



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

TEEMU BERGLIND

AUTOMAATTISEN LAITOKSEN LAITTEIDEN LUOKITTELU

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kalevi Huhtala

Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
15. elokuuta 2012

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

**BERGLIND, TEEMU:** Automaattisen laitoksen laitteiden luokittelu

Diplomityö, 54 sivua, 12 liitesivua

Elokuu 2012

Pääaine: Koneautomaatio

Tarkastaja: professori Kalevi Huhtala

Avainsanat: Kriittisyysluokittelu, laitteiden luokittelu, materiaalin hallinta, teollisuuden kunnossapito, maidon haihdutus

Teollisuuden kunnossapitoon liittyvä materiaalin hallinta sisältää laajan ja monimutkaisen toimintaympäristön. Tuotantolaitteiden ja niiden toimintakunnon ylläpito sisältää laitteiden ja niihin liittyvien varaosien hallinnan laajan prosessin. Kirjallisuudessa paljon tutkitut yksinkertaiset varaston hallinnan menetelmät eivät sovellu hyvin monimutkaiseen teollisuuden kunnossapidon toimintaympäristöön.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää esimerkin omainen toimintatapa tuotantolaitteiden kriittisyysluokitteluun Fazerin makeistehtaan kunnossapidon näkökulmasta. Laitteiden kriittisyysluokittelun avulla pyritään ymmärtämään laitteiden kriittisyyteen vaikuttavien eri komponenttien merkitystä. Komponenteiksi valitaan tilanteeseen sopivat kriteerit, joiden merkityksen suuruutta pyritään arvioimaan lukuarvoin. Laitteiden kriittisyysluokittelu pyrkii kokoomaan perustellusti laitteisiin liittyvät useat eri aiheet, jotka vaikuttavat laitteiden toteuttamaan suklaan tuotantoon.

Tutkimukseen liittyvä aineisto sisältää erilaisia kirjallisia dokumentteja automaattisen maidon haihdutuslaitoksen toimintaan liittyen. Työssä tarkasteltiin maidon haihdutusprosessin yhden osa-alueen 40 kappaletta eri laitetta. Tarkasteltavat laitteet määritettiin kuuluvaksi jälkihaidutuksen yhteen. Laitteisiin liittyvät kriittisyyden analyysit ja niihin liittyvät kriittisyyden kriteerien valinnat perustuvat osittain aikaisempiin tutkimuksiin aiheesta. Tutkimuksen menetelmiksi valittiin toisiaan täydentäviä tapoja kvalitatiivisesta ja kvantitatiivisesta tutkimuksesta. Saadut tulokset perustuvat tutkijan sekä muutamien Fazerin tehtaalla työskentelevien ihmisten näkemyksiin, jotka kerättiin ryhmä- ja yksilöhaastattelujen avulla.

Tutkimuksen tuloksena saatiin paljon taustatietoa tutkittaviin laitteisiin liittyen. Taustatiedon ja useiden vuosien työkokemuksen omaavien ihmisten mukaan laitteille saatiin taulukoitu A, B tai C -kriittisyysluokka. Taulukko perustelee kriittisyysluokan muodostumisen ja sen lukuarvoja voidaan muuttaa tilanteen vaatimalla tavalla. Tulokseksi saatiin myös laitteiden kysyntään liittyvä taulukoitu XYZ-luokka. Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyödyksi muodostettaessa materiaalin hallintaan liittyviä ohjaussuosituksia.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

**BERGLIND, TEEMU:** Classification of Automatic Plant Equipment

Master of Science Thesis, 54 pages, 12 Appendix pages

August 2012

Major: Machine Automation

Examiner: Professor Kalevi Huhtala

Keywords: Criticality classification, equipment classification, materials management, industrial maintenance, evaporation of milk

Material management in industrial maintenance contains wide and complicated operational environment. Production equipment and their maintaining in good operation condition include a broad process about equipment and their spare parts management. Simple methods in warehouse management, which are widely studied in history, don't suit in the field of complicated industrial maintenance.

The objective of the thesis is to find a method by way of example for production equipment criticality classification in Fazer's chocolate factory. Equipment criticality classification tries to explain a meaning of different components that are associated with the equipment criticality. Components are chosen by the required way in every different situation. Chosen components should be suitable for prevailing situation and every criterion's level of significance is estimated by a numerical value. Equipment criticality classification tries to collect, in a rationalize way, different subjects which relates to equipment in chocolate production.

Material related to the thesis includes different types of documents about operation of an automatic milk evaporation facility. The study focuses on one part of the whole milk evaporation facility. The part is called the second evaporator number one and it consists of 40 different devices. Equipment criticality analysis and used criteria based partly on previous studies. The study research practises were chosen from qualitative and quantitative methods. Methods are seen here as a complementary to each other. The study results are based on views of a researcher and a few workers in the factory. Results were collected by interviewing persons separate and in a small group.

As the results of the study, there were collected a lot of background information about equipment in research. With this information and with people views, each device got A, B or C criticality class. Criticality class table justifies the formation of the devices criticality class. Table can be easily customized to meet the changed situation. The results of the study include also a table which defines equipment demand XYZ class. The results of the study can be used when forming material management control recommendations.

## ALKUSANAT

Raha pyörittää maailmaa, mutta tämän diplomityön motivaationa on toiminut ennen kaikkea kiinnostus ja arvostus tiedettä kohtaan. Nykyajan informaatiotulvan aikakaute-na ja diplomityön teon aikana on ollut mielenkiintoista huomata, miten informaatiota kerätään, muutetaan ja hävitetään. On ollut myös mielenkiintoista huomata informaation käyttäminen hyödyksi ja sen käyttämättä jättäminen.

Kiitokset kaikille ISS Palveluiden ja Fazerin makeistehtaan henkilökunnan henkilöille, joita ilman työn tekeminen ei olisi ollut mahdollista. Pidetään laitteet kunnossa hyvässä yhteishengessä! Kiitokset kannustuksesta ja tuesta myös useille muille henkilöille haastavan diplomityön tekemiseen liittyen.

# SISÄLLYS

Abstract .....	iii
Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta ja tutkimusmenetelmät .....	1
1.2 Kohdeyritykset .....	4
1.2.1 Fazer .....	4
1.2.2 ISS Palvelut .....	4
1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajaus .....	5
2 Prosessin toiminnan kuvaus .....	6
2.1 Tuotannon ylösajo .....	7
2.2 Tuotantoajo .....	7
2.3 Tuotantoajon lopetus .....	9
2.4 Automaattisen pesukeskuksen toiminta .....	10
2.5 Järjestelmän häiriöt .....	10
2.5.1 Hätäseispiirit .....	11
3 Prosessin osa-alueet .....	12
3.1 Jälkihaihdutin 1 .....	12
3.1.1 Toiminnan kuvaus .....	13
3.2 Laitetietojen etsimisen prosessin kuvaus .....	14
4 Laitteiden kriittisyysluokittelu .....	15
4.1 Tekninen näkökulma .....	15
4.2 ABC-analyysi .....	16
4.3 Moniulotteinen luokittelu .....	18
4.3.1 Kysynnän ennustaminen .....	19
4.4 Analyyttinen hierarkiaproessi .....	21
5 Materiaalin hallinta .....	24
5.1 Hankintatoimi .....	26
5.1.1 Toimittajat .....	26
5.1.2 Ostot .....	28
5.2 Varastointi .....	32
5.2.1 palvelutaso .....	32
5.2.2 Varastointikustannukset .....	33
5.3 Nimikkeiden ohjaustavan valinta .....	34
6 Tulokset .....	38
6.1 Taso 4, ohjaukriittisyys .....	38
6.2 Taso 3, prosessikriittisyys .....	40
6.3 Taso 2, maidon haihdutuslaitos .....	41
6.4 Taso 1, suklaan valmistus .....	42
6.5 Laitteen kriittisyysluku .....	43
6.6 Laitteen kriittisyysluokka .....	43

6.7	Laitteiden kysyntään perustuva XYZ-luokittelu.....	45
6.8	Laitekohtainen ABC- ja XYZ-luokka.....	46
7	Päätelmät .....	47
	Lähteet.....	52

Liitteet	Liite 1 Kriittisyysluokittelun taulukko	1 sivu
	Liite 2 Kriittisyysluokittelun tekninen taulukko	1 sivu
	Liite 3 ABC- ja kriittisyysanalyysin yhdistäminen	1 sivu
	Liite 4 Ohjauskriittisyyden perusteet	1 sivu
	Liite 5 Laitteiden ABC- ja XYZ-luokka	1 sivu
	Liite 6 Laitteiden ABC-luokittelu, taso 4 ohjauskriittisyys	1 sivu
	Liite 7 Laitteiden ABC-luokittelu, taso 3 prosessikriittisyys	1 sivu
	Liite 8 Laitteiden ABC-luokittelu, tasot 2 ja 1	1 sivu
	Liite 9 Laitteiden ABC-luokittelu, laitteen kriittisyysluku	1 sivu
	Liite 10 Laitteiden ABC-luokittelu, laitteen kriittisyysluokka	1 sivu
	Liite 11 Laitteiden XYZ-luokittelu, kysynnän analyysi	1 sivu
	Liite 12 Laitteiden XYZ-luokittelu, kysynnän luokka	1 sivu

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

AHP	The Analytic Hierarchy Process. Vaihtoehtojen analysointi päätöksenteon tueksi.
VED	Vital, essential, desirable. Luokittelumenetelmä kolmea luokkaa hyödyntäen.
ROI	Return on Investment. Sijoitetun pääoman tuotto.
IAS	International Accounting Standards.
IFRS	International Financial Reporting Standards.
JIT	Just in Time. Juuri oikeaan tarpeeseen (JOT).
EOQ	Economic Order Quantity. Taloudellinen erä koko.
VMI	Vendor Managed Inventory. Toimittajan hallinnoima varastointi.

# 1 JOHDANTO

Teollisuustuotannon liiketoimintaympäristö on jatkuvassa muutoksessa. Markkinat muuttuvat kuluttajien tarpeiden mukaan, joihin liiketoiminnan tulee pyrkiä vastaamaan mahdollisimman hyvin. Kuluttajien vaatimuksiin kuuluvat korkeamman laadun tuottaminen, lyhyempi toimitusaika, korkeampi palvelutaso ja halvemmat hinnat. Samalla tuotteiden elinkaaret lyhenevät. Menestys kilpailullisessa ympäristössä vaatii toiminnan kustannusten matalaa tasoa tai toiminnan arvon korkeaa tuottoa. Ideaalisessa tilanteessa voidaan saavuttaa molemmat menestyksen vaatimukset. Ajan saatossa tuotantoyritykset ovat pyrkineet saavuttamaan menestystä muuttamalla työvoimavaltaisesta toimintatavasta teknologiavaltaiseen toimintatapaan. Muutoksen myötä yrityksissä on nostettu automaatioastetta, mikä on kasvattanut koneiden ja laitteiden merkitystä tuotannossa. Samalla tärkeäksi arvoksi ovat nousseet ympäristöasiat, mikä merkitsee tuotannon tekemistä mahdollisimman ympäristöystävällisesti. Kaikki nämä muutokset sitovat pääomaa, jolloin tuotantolaitoksen tulee toimia suorituskykyisesti, tehokkaasti ja tuottaa laadukkaita tuotteita ympäristöasiat huomioiden. Tuotantoyrityksen toimintaa voidaan mitata tuottavuudella ja kannattavuudella. Yrityksen tuottavuuden ja kannattavuuden merkittäväksi tekijäksi on noussut tuotannon kunnossapito. Tuotantolaitteiden viasta johtuvat tuotannon menetykset voivat johtaa asiakkaiden menetykseen, mikä vaikuttaa haitallisesti koko liiketoimintaan. Kunnossapidon merkitys liiketoiminnalle on kasvanut laitteiden määrän kasvun myötä, koska kunnossapidon avulla voidaan ylläpitää / kehittää käytettävyyttä, suorituskykyä, kapasiteettia, tehokkuutta, tuotelaatua, toimitusaikaa, ympäristöasioita ja koko tehtaan kustannustehokkuutta. [29]

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja tutkimusmenetelmät

Materiaalien hallintaa on tutkittu historiassa paljon. Useimmat oppikirjat keskittyvät materiaalin hallinnan yhteen osa-alueeseen, joka on varaston hallinta. Teollisuuden kunnossapidon näkökulmasta yksinkertaiset varaston hallinnan menetelmät eivät sovellu toimintaympäristöön hyvin. Laitteiden ja niihin liittyvien varaosien hallinta sisältää laajan prosessin laitteiden toimintakunnon ylläpitämiseksi. Laajan ja monimutkaisen toimintaympäristön vallitessa, toimintaympäristön hallintaan on mahdollista löytää useita eri ratkaisuja. Tehtaan kunnossapitoon liittyvää toimintaa on aina mahdollista tehostaa niin, ettei palvelutaso ja muut tärkeäksi koetut kriteerit heikenny. Materiaalin hallinnan perustana on laitteiden ja niiden tärkeyden merkityksen tunteminen koko toiminnan kannalta. Työssä on pyritty ottamaan oppia tutkimuksista, jotka ottavat huomioon teollisuuden varaosiin liittyvät moniulotteiset näkemykset.



Tutkimusmenetelmiksi muodostui useiden eri menetelmien osia. Hirsjärvi kirjoittaa tutki ja kirjoita -kirjassa kvalitatiivisen (laadullisen) ja kvantitatiivisen (määrällisen) suuntauksen erottelusta. Suuntauksia on vaikea erottaa tarkkarajaisesti toisistaan ja suuntausten tuleekin täydentää toisiaan, eikä olla kilpailevia tutkimusmenetelmiä. [30]

Kvalitatiivisella tutkimusmenetelmällä tehdyssä tutkimuksessa tarkastellaan merkitysten maailmaa, joka on ihmisten välinen ja sosiaalinen. Merkitykset ilmenevät suhteina ja merkityskokonaisuuksina. Merkityskokonaisuudet taas ilmenevät ihmisistä lähtöisin olevina ja ihmiseen päätyvinä tapahtumina, kuten toimintana, ajatuksina ja päämäärien asettamisina. Tavoitteena ovat ihmisen omat kuvaukset koetusta todellisuudesta. [31]

Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat:

- Tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa ja aineisto kootaan luonnollisissa, todellisissa tilanteissa.
- Suositetaan ihmistä tiedon keruun instrumenttina.
- Käytetään induktiivista analyysiä eli tutkijan pyrkimyksenä on paljastaa odottamattomia seikkoja sekä tarkastella aineistoa monitahoisesti.
- Laadullisten metodien käyttö aineiston hankinnassa.
- Valitaan kohdejoukko tarkoituksenmukaisesti, eikä satunnaisesti.
- Tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä.
- Käsitellään tapauksia ainutlaatuisina ja tulkitaan aineistoa sen mukaisesti. [30]

Kvalitatiivisen tutkimuksen aineiston keräämiseksi voidaan käyttää teemahaastattelua. Teemahaastattelu voidaan tehdä yksilöllisesti tai ryhmän kesken. Haastattelussa poimitaan tutkimusongelmasta keskeisimmät aiheet tai teema-alueet, joita haastattelussa olisi välttämätöntä käsitellä vastaajien kesken. Teemahaastattelussa haastattelijan tehtävä on huolehtia, että haastateltava tai keskusteleva ryhmä pysyy asetetuissa teemoissa. Ryhmähaastattelussa tulisi vielä huolehtia, että kaikki pääsevät osallistumaan keskusteluun. Ryhmähaastattelun tavoitteena on keskustelun aikaan saaminen, eikä niinkään kysymysten esittäminen. Laadullisella tutkimusmenetelmällä tehdyn tutkimuksen tärkeä tehtävä on olla emansipatorinen. Tutkimuksen tulisi siis lisätä myös tutkittavien ymmärrystä asiasta ja sen myötä vaikuttaa myönteisesti tutkittavien tutkittavaa asiaa koskeviin ajattelu- ja toimintatapoihin. [31]

Kvalitatiivisen tutkimuksen aineistoa voidaan kerätä myös osallistuvalla havainnoinnilla. Se tarkoittaa, että tutkija osallistuu tutkimuskohteensa toimintaan tutkimuskohteen ehdoilla ja yhdessä sen jäsenten kanssa tietyn ajanjakson ajan. Tätä menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi haluttaessa tutkimuskohteen johdatella tutkija tutkimusongelman äärelle. [32]

Kvantitatiivisen tutkimuksen alkujuuret ovat luonnontieteissä. Tutkimuksessa korostetaan yleispäteviä syyn ja seurauksen lakeja. Taustalla on ajatus, jonka mukaan tieto on

peräisin suorasta aistihavainnosta ja loogisesta päättelystä, joka perustuu näihin aistihavaintoihin. [30]

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat keskeisiä:

- johtopäätökset
- aiemmat teoriat
- hypoteesien esittäminen
- käsitteiden määrittely
- aineiston keruun suunnitelmat, joissa on tärkeää, että havaintoaineisto soveltuu määrälliseen, numeeriseen mittaamiseen
- koehenkilöiden tai tutkittavien henkilöiden valinta
- muuttujien muodostaminen taulukkomuotoon ja aineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon
- päätelmien teko havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen [30]

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan kerätä aineistoa kyselylomakkeen, systemaattisen havainnoinnin tai valmiiden rekisterien ja tilastojen käytön avulla. Paikanpäällä tehty kysely vaatii työvoimaa, aikaa ja siten myös taloudellisia resursseja tutkimushankkeelta. Valmiiden rekisterien ja tilastojen kerääminen voi onnistua vain tutkijan omien resurssien avulla, jolloin ylimääräistä työvoimaa ei tarvita. Aineiston kerääminen kyselylomakkeen avulla vaatii lomakkeen tarkkaa suunnittelua. Lomakkeeseen listattujen muuttujien tulee perustua tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen sekä vastata tutkimuksen tavoitteita. Siksi ennen lomakkeen tekoa tulee tutustua laajasti tutkimusaiheeseen ja päättää tutkimukseen liitettävät teoriat. Kyselylomakkeen tiedot voidaan taulukoida ja kvantitatiivisen tutkimuksen piirteisiin kuuluvalla tavalla pyrkiä numeroimaan tai arvottamaan muuttujat. Näin taulukon analysointiin on käytettävissä useita numeerisiin arvoihin pohjautuvia menetelmiä. [31]

Diplomityön tekeminen aloitettiin keräämällä aineistoa useista eri paikoista. Aineistoon kuului teknisiä erittelyjä maidon haihdutuslaitokseen liittyen. Tutkimusongelmaa lähdettiin kartoittamaan osallistuvalla havainnoinnilla. Siihen kuului työn tekeminen tehtaalla tiiviissä yhteistyössä tehtaan kunnossapitohenkilökunnan kanssa. Näin saatiin kokonaiskuva kunnossapidon toiminnasta tehtaalla. Erilaisten teknisten dokumenttien keräämisen rinnalla järjestettiin ryhmäteemahaastatteluja kunnossapidon henkilökunnalle, joiden tarkoituksena oli keskustella tutkimusongelmaan liittyvistä aiheista. Tämän menetelmän avulla tutkimuksen aihetta saatiin tarkennettua ja tutkimuksen tulosten käytettävyyden todennäköisyyttä kasvatettua. Yksilöllinen teemahaastattelu oli keskeinen menetelmä aineiston keräämisen apuna tutkimuksen alkuvaiheessa. Haastatteluja tehtiin suklaan valmistuspäällikölle ja varaston henkilökunnalle. Niiden avulla pysyttiin luomaan kokonaiskäsitys maidon haihdutuslaitoksen toimintaan liittyen. Kokonaiskäsityksen saamisen jälkeen tutkittiin aiheeseen liittyviä julkaisuja ja aikaisempia tutkimuksia. Tutkimusten ja niihin liittyvien teorioiden pohjalta luotiin kyselylomakkeita, joiden tie-

dot taulukoitiin ja arvoitettiin. Näin saatiin teorioihin ja ihmisten näkökulmiin pohjautuvaa dataa maidon haihdutuslaitoksen laitteisiin liittyen.

## 1.2 Kohdeyritykset

Diplomityö liittyy Fazerin omistamiin tuotantolaitteisiin Vantaan makeistehtaalla. Makeistehtaan tuotantolaitteiden kunnossapitoa on hoitanut kevästä 2011 lähtien ISS Palvelut.

### 1.2.1 Fazer

Fazer-konserni sai alkunsa vuonna 1891 perustetusta perheyriityksestä, kun Karl Fazer avasi ensimmäisen konditoriansa Helsinkiin. Nykyään Fazer tarjoaa ruokailupalveluja sekä leipomo- ja makeist tuotteita. Fazer-konserni koostuu kahdesta liiketoiminta-alueesta, Fazer Food Services ja Fazer Leipomot & Makeiset. Konsernin emoyhtiönä toimii Oy Karl Fazer Ab. Fazer-konsernin liikevaihto oli noin 1,5 miljardia euroa vuonna 2011. Liikevaihdosta muodosti 36 % Fazer Food Services ja 64 % Fazer Leipomot & Makeiset. Fazer toimii kahdeksassa maassa ja merkittävimmin liikevaihdon muodostajina ovat Suomi 47 %, Ruotsi 24 % ja Venäjä 16 % liikevaihdosta. Fazer-konserni työllisti vuoden 2011 lopussa yli 15 000 henkilöä. Tarkastellaan seuraavaksi Fazerin merkittävintä liiketoiminta- aluetta: Fazer Leipomot & Makeiset. Fazer on Suomen ja Venäjän johtava leipomoyritys, Ruotsin toiseksi suurin ja yksi merkittävimmistä Itämeren alueella. Fazerilla on kaikkiaan 19 leipomoa ja leipomotuotteita viedään yli 15 maahan. Lahdessa sijaitseva Fazer Mylly on leipomotuotteiden raaka- ainehallinnan, tutkimuksen ja kehittämisen keskus. Makeisten puolella Fazer on Suomen johtava makeisyriitys ja vahva toimija Itämeren alueella. Fazerin makeistehtaat sijaitsevat Suomessa. Suklaatehdas sijaitsee Vantaalla, sokerimakeiset valmistetaan Lappeenrannassa ja purukumit valmistetaan Karkkilan tehtaalla. Fazerilla on useita vahvoja tuotebrändejä ja makeisia myydään lähes 40 maassa ympäri maailman. [26]

Fazerin Vantaan makeistehtaan historia alkaa vuodesta 1955, jolloin tehtaalla aloitettiin tuotanto. Paikka nimettiin Fazerilaksi sen merkittävyyden takia. Vuonna 1963 tehtaalla alkoi suklaan valmistus, minkä historia ulottuu vuoteen 1894 Helsingin Kluuvikadun kahvilassa valmistettuun suklaaseen. Vuonna 1975 erotettiin Fazerilan tehtaan keksien ja suklaan valmistus toisistaan, jonka jälkeen toteutettiin suuri päivitys tehtaan suklaan tuotannossa vuonna 1979 – 1983. [27]

### 1.2.2 ISS Palvelut

ISS Palvelut on Suomen kolmanneksi suurin yksityinen työnantaja ja johtava kiinteistö- ja toimitilapalveluyriitys. Palvelut kattavat monipuolisesti kaikki kiinteistön omistajien ja käyttäjien tarvitsemat ylläpito- ja tukipalvelut. ISS Palvelut keskittyy kiinteistön ylläpitoon, siivoukseen, turvallisuus- ja ruokailupalveluihin sekä valittujen asiakassegment-

tien tukipalveluihin ja integroituihin kokonaispalveluratkaisuihin.

Vuonna 2011 ISS Palveluiden liikevaihto oli 558 miljoonaa euroa ja yrityksessä toimi noin 12 000 henkilöä. ISS Palveluiden tytäryhtiöitä ovat: ISS Aviation Oy, ISS Proko Oy ja ISS Suunnittelupalvelut Oy. ISS Palvelut on osa kansainvälistä ISS-konsernia, joka toimii yli 50 maassa. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2011 noin 10 miljardia euroa ja konsernissa teki töitä maailmanlaajuisesti noin 540 000 työntekijää. Konsernin pääkonttori sijaitsee Kööpenhaminassa. [28]

ISS Palveluiden vuoden 2011 liikevaihdosta merkittävimmän osan muodosti siivouspalvelut 37,4 % osuudella, kiinteistönhuolto ja tekniset palvelut 35,8 % osuudella ja turvallisuuspalvelut 11,1 % osuudella koko 558 miljoonan euron liikevaihdosta. [28]

ISS Palvelut työllistää Fazerin Vantaan makeistehtaan kunnossapidossa vakinaisesti noin 30 asentajaa ja noin 5 toimihenkilöä. Lisäksi ISS Palvelut työllistää henkilöitä tehtaan siivous- ja turvallisuuspalveluihin liittyen.

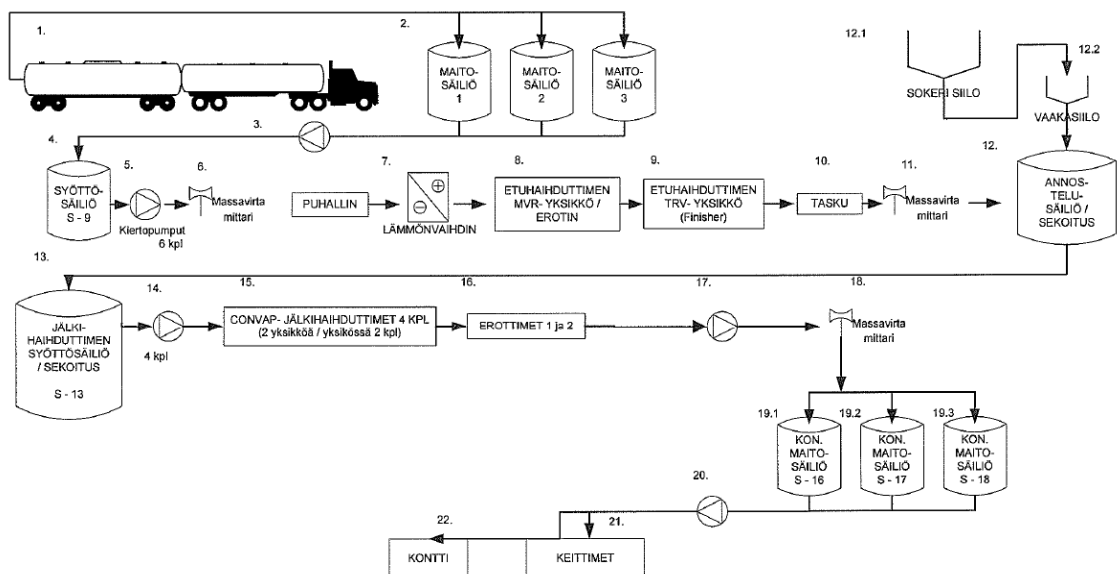
### 1.3 Tutkimuksen tavoite ja raja

Tutkimuksen tavoitteeksi muodostui ryhmäteemahaastattelujen aikana maidon haihdutuslaitoksen laitteiden kriittisyysluokittelun tekeminen. Tavoitteena on dokumentoida prosessi, miten laitteita ja niihin liittyviä osia voidaan luokitella. Luokittelun avulla on mahdollista kehittää laitteisiin ja niihin liittyvien varaosien hallintaan liittyviä asioita. Tutkimuksen keskeinen raja

Laitteiden elinkaaren vaiheen tietäminen on tärkeää laitteiden tehokkaan kunnossapidon toteuttamiseksi. Se tulee määrittellä jo komponenttien suunnitteluvaiheessa ja dokumentoida laitteiden käyttäjien käyttöön. Aika ajoin voidaan tarkastaa laitteen elinkaaren vaihe ja päivittää siihen liittyviä dokumentteja. Tässä työssä kuitenkin rajataan pois laitteiden elinkaaren vaihe laitteiden kriittisyyden luokittelusta, koska sitä on todella vaikea määrittää. Maidon haihdutuslaitos on rakennettu vuonna 1994, eikä sen aikaisissa laite-manuaaleissa ole määritetty eri laitteiden käyttöikä, eikä laitteiden saatavuutta markkinoilta. Jokaisen laitteen kunto pitäisi tutkia purkamalla jokainen laite osiin ja tutkia osien kunto. Se on mahdotonta, koska laitos on tuotantokäytössä jatkuvasti, eikä resursseja ole riittävästi.

## 2 PROSESSIN TOIMINNAN KUVAUS

Maito tuodaan tankkiautolla suklaatehtaalle, missä maidosta haihdutetaan pois vettä ja lisätään sokeria. Lopullisen tuotteen eli kondenssimaidon kuiva-ainepitoisuus on noin 80 % ja tiheys noin  $1.308 \text{ kg} / \text{dm}^3$ . Kondenssimaito varastoidaan säiliöihin, mistä tuote jaetaan eteenpäin jatkojalostettavaksi. Vantaan makeistehtaalla se tarkoittaa suklaamas-  
san valmistuksen jatkamista kondenssimaitoa keittämällä. Maidon haihdutus -prosessin kapasiteettia kuvaa nestemäisen maidon syöttö säiliöistä haihdutukseen noin  $8000 \text{ kg} / \text{h}$  nopeudella. Haihdutuksessa maidon massasta haihdutetaan noin  $2 / 3$  pois, jonka jälkeen siihen lisätään noin  $50 \text{ kg}$  sokeria aina  $100 \text{ kg}$  maitoa kohden. Näin prosessissa syntyy noin  $2600 \text{ kg} / \text{h}$  kondenssimaitoa. Automaattista prosessia ohjataan ja tarkkaillaan valvomossa sijaitsevan Siemens PCS7 -ohjelmiston avulla. PC-valvomo on yhteydessä Siemens S7 logiikkaan ethernet väylällä. Prosessiin kuuluvat toimilaitteet ja anturit ovat yhteydessä logiikkaan hajautetun I / O:n, Profibus- tai Asi-väylän kautta. Kuvassa 1 näkyy kondenssimaidon valmistuksen prosessi pääpiirteittäin. Kolmen maitosäiliön ja kolmen valmiin tuotteen kondenssimaitosäiliön välisessä prosessissa ei ole merkittäviä välivarastoja, minkä takia tuotanto on joko käynnissä tai pysähtynyt. Laitoksen toiminnan kannalta merkittävänä osana voidaan pitää automaattista pesukeskusta, joka ei näy kuvassa 1. Pesukeskuksen toimintaa ohjataan valvomosta käsin, kuten koko järjestelmä.



Kuva 1 Prosessin kuvaus

## 2.1 Tuotannon ylösajo

Maitosäiliössä oleva maito haihdutetaan ensin esihaihduttimessa noin 50 % kuiva-aine pitoisuuteen, minkä jälkeen siihen lisätään sokeri panos-periaatteella raaka-aineen annostelussa. Sen jälkeen maito-sokeri -seoksesta poistetaan lisää vettä jälkiihaidutuksessa, jolloin saadaan valmiiksi lopullinen, noin 80 % kuiva-aine pitoisuuden omaava kondenssimaito. Esihaihdutus ja jälkiihaidutus tapahtuvat höyryn avulla alipaineessa, minkä vuoksi ylösajovaiheessa prosessiin lisätään kuumaa höyryä. Esihaihdutus, raaka-aineiden annostelu (sokeri) ja jälkiihaidutus ovat riippuvaisia toisistaan, minkä vuoksi tuotanto ei voi toimia ilman näiden kolmen osa-alueen toimintaa.

Esihaihduttimen ylösajon alkuehtoihin kuuluvat seuraavat asiat: ohjausjännite on päällä, laitteisto on kytketty automaattiajolle ja kaikkien laitteiden tulee olla perustilassa, minkä merkiksi näytöllä palaa merkkivalo ”perustila”. Ylösajo käynnistetään ”ylösajo”-painikkeella, jolloin prosessissa tapahtuu seuraavaksi lueteltuja asioita noin 45 min aikana:

- Tyhjöpumput käynnistyvät.
- Tuotereitti aukeaa ja kiertopumput käynnistyvät, kun alipaine on alle 400 mbar. Ylösajossa käytetään vettä tuotteen sijaan.
- Puhallin käynnistyy, kun alipaine laskee alle 120 mbar.
- Kahden minuutin kuluttua puhaltimen käynnistymisen jälkeen lauhdepumppu käynnistyy ja höyryventtiili aukeaa.
- Kun paine on noussut yli 160 mbar, syötölle ja puhaltimen nopeudelle annetaan niiden tuotannon reseptiarvo.
- Höyryventtiili jää säätämään höyryn määrää pyrkien pitämään lämpötilan reseptiarvossa, kun paine nousee reseptiarvoon.
- Tasaantumisaajan kuluttua ylösajo on valmis, minkä merkiksi merkkivalo ”odotustila” syttyy ja laitteisto jää odotustilaan.

Sokerin annostelu on täysin automaattinen, eikä se tarvitse erikseen ylösajoa. Jälkiihaidutin sen sijaan tulee käynnistää ”odotustilaan 1”, jonka jälkeen jälkiihaiduttimelta tulee ”tuotannon käynnistyspyyntö” esihaihduttimelle. Jälkiihaidutus tapahtuu alipaineessa ja tiivisteen (maito-sokeri) tiheyttä mitataan prosessin aikana massavirtamittarilla. Jälkiihaidutuksessa säädetään prosessin suureita mitattavan tiivisteen tiheyden mittaus tuloksen perusteella. Tuotannon aloitusvaiheessa tiivisteen tiheys on pienempi kuin aloitusvaiheen jälkeen. Jälkiihaidutuksen tuotannon aloitusta käsitellään seuraavassa kappaleessa, joka käsittelee tuotantoajoa. Jälkiihaidutus-prosessissa käytetään koko ajan tiivistettä, eikä ylösajoa tehdä vedellä niin kuin esihaihduttimen osalta.

## 2.2 Tuotantoajo

Ennen tuotantoajan aloitusta on tapahtunut maidon vastaanotto eli säiliöauton tyhjennys maitosäiliöön. Maidon toimitus tapahtuu usein säiliöauton kapasiteetin mukaisena erä-

nä, joka on yleensä 38 000 kg. Maito säilötään kolmessa maitosäiliössä, joiden kapasiteetit ovat 21 000 kg ja 2 kpl 42 000 kg. Tuotannon aloittamiseksi on valittava säiliöiden purkujärjestys valvomon ohjelmasta. Valintamahdollisuuksia on useita ja ne riippuvat säiliöiden todellisesta maidon määrästä, joka näkyy valvomo-ohjelmassa. Valitun säiliön tyhjentyessä automatiikka ottaa käyttöön seuraavana purkujärjestyksessä olevan säiliön. Mikäli vaihtuvan purkusäiliön tuote on eri tuote-erää kuin edellinen erä, syntyy valvomoon hälytys. Edellinen erä ajetaan silloin tiettyyn kondenssimaitosäiliöön ja uuden erän tuote ajetaan eri säiliöön. Tällä halutaan erottaa tuote-erien sekoittuminen. Purrettaessa tiettyä maitosäiliötä esihaihduttimelle tuotannon aikana, säiliön täyttäminen tankkiautosta on estetty. Myös tällä halutaan estää tuote-erien sekoittuminen.

Esihaihduttimen tuotantoajan käynnistytksen alkuehtoihin kuuluu seuraavia asioita:

- Esihaihdutin on odotustilassa, minkä takia palaa merkkivalo ”odotustila”.
- Jälkiihaihdutin on ”valmiustilassa”.
- Pesuliuossäiliöiden huuhtelu ei ole meneillään.
- Pesukeskuksella ei ole käynnissä ”mudan poisto”.
- Neutralointisäiliön ph-säätö ei ole meneillään.
- Pesukeskuksen huoltokytkin ei ole asennossa ”huolto”.
- Maidon purkusäiliö on valittu tai purkujono on tehty.
- Kondenssimaidon täytettävät säiliöt on valittu.

Esihaihduttimen tila muutetaan ”tuotantoajo”-painikkeesta ja prosessissa tapahtuu seuraavaksi listattuja asioita:

- ”Tuotantoajo”-merkkivalo alkaa vilkkua ja maidon pumppaus esihaihduttimen syöttösäiliöön käynnistyy.
- Esihaihduttimesta tulevaa tuotetta kierrätetään suljetulla kierrolla tiheyden nostamiseksi. Esihaihduttimen tuotetaskun pinta nostetaan tuotantokorkeuteen.
- Esihaihduttimelta ulos tuleva kanava käännetään raaka-aine annosteluun ja tiheyden säätö (puhaltimen nopeutta säätämällä) kytketään säädölle.
- Tuotteen tiheyden noustessa seuraavaan raja-arvoonsa alkaa ”tuotantoajo”-merkkivalo palamaan kiinteästi.
- Pesukeskuksella alkaa lauhteen talteenotto, jolloin lauhde johdetaan lauhdesäiliöön. Lauhdesäiliön täytyessä se tyhjennetään johtokyvyn mukaan vaihtoehtoisesti likavesi- tai puhdasvesiviemäriin.
- Esihaihdutin pysyy tuotantotilassa kunnes tuotannon alasajo alkaa.

Raaka-aineen annostelu on täysin automaattinen prosessi, joka käynnistyy tuotteen saapuessa esihaihduttimelta sekoitussäiliöön. Sekoitussäiliöön tulee tuotetta jatkuvana virtauksena ja sekoitussäiliön tuotteen määrää mitataan. Kun säiliössä on tietty määrä tuo-

tetta, siihen lisätään reseptin mukaisesti sokeria sokerin annostelusäiliöstä. Sekoitussäiliöön tulevaa maidon määrää mitataan esihaihduttimen ulostuloputkessa sijaitsevalla massavirtamittarilla ja panokseen lisättävä sokeri annostellaan ruuvivaa'an avulla reseptin mukaisesti. Valmis panos pudotetaan jälkiahiduttimen syöttösäiliöön, jolloin uuden panoksen tekeminen sekoitussäiliössä voi jatkua.

Jälkiahidutin on valmiustilassa tuotteen alkaessa kertymään jälkiahiduttimen syöttösäiliöön. Kun syöttösäiliössä olevan tuotteen pinta on noussut yli syötön aloitusrajan, logiikka antaa jälkiahiduttajalle tiedon ”tuotetta tulossa”. Silloin käynnistyvät tuotteen syöttöpumput, jälkiahiduttimen haihdutus alkaa ja pinta alkaa nousta erottimissa. Jälkiahidutus tapahtuu alipaineessa ja tuotteen tiheyttä mitataan prosessin aikana massavirtamittarilla, joka sijaitsee poistoputkessa (molemmissa erottimissa on oma mittaus). Aloitettaessa haihdutusprosessi, tuotteen tiheyttä nostetaan nostamalla höyryn painetta erillisen taulukon mukaisesti. Tiheyden ylittäessä asetteluvaron, höyryn painetta vastaavasti lasketaan. Yksi askel säädössä vastaa tiheyden muutosta  $0.002 \text{ kg} / \text{dm}^3$ , joka vastaa 0.5 %:n kuiva-ainepitoisuuden muutosta. Jälkiahiduturille tulevan tuotteen tiheys on noin  $1.127 \text{ kg} / \text{dm}^3$  ja jälkiahiduturilta lähtevän tuotteen tavoitetiheys on  $1.30 - 1.35 \text{ kg} / \text{dm}^3$ . Tuotteen lämpötilan nosto tapahtuu jälkiahiduttimen kaapialämmönvaihtimien avulla. Automaattiikka huolehtii, että erottimissa oleva pinta pysyy halutuissa rajoissa säätämällä tyhjennyksen ja syöttöpumppujen nopeutta. Jälkiahidutuksesta kondenssimaito varastoidaan säiliöihin, joiden täyttöjärjestys voidaan määrittää täyttöjonon avulla.

## 2.3 Tuotantoajon lopetus

Tuotannon lopetus on sekvenssi, joka lopettaa tuotantoajon hallitusti ottaen talteen kaiken esihaihduttimessa, raaka-aineannostelussa ja jälkiahiduttimessa olevan tuotteen. Lopetusajon aikana kondenssisäiliöön menee noin 1700 kg kondenssimaitoa. Lopetusajon käynnistysehtona on, että esihaihdutin on tuotantoajolla. Tuotantoajon lopetusajo käynnistetään valvomosta ”tuotantoajon lopetus”-painikkeella. Silloin maidon syöttö esihaihduttimelle loppuu ja esihaihduttimen syöttösäiliössä alkaa pinta laskea. Tuotantoajon lopetuksen merkkivalo syttyy ja ”tuotantoajo”-merkkivalo sammuu. Esihaihduttimen syöttösäiliön tuloputki täytetään tuorevedellä ja haihdutusta pienennetään antamalla puhaltimelle kiinteä ”odotustilan” nopeus. Syöttösäiliön pinnan laskeuduttua tuotannon lopetuksen rajalle säiliöön aletaan ottaa hätävettä, jonka jälkeen tuotteen tiheys alkaa laskemaan. Tuotteen tiheyden laskiessa tietyn raja-arvon alle, tuote ohjataan viemäriin ja esihaihdutin jää vesikierrolle odotustilaan. Tuotetta ohjataan viimeisen panoksen verran raaka-aineen annosteluun, missä tapahtuu viimeinen sokerin lisäys. Esihaihduttimen siirtyessä odotustilaan syttyy ”odotustila”-merkkilamppu ja ”tuotantoajon lopetus”-merkkivalo sammuu. Raaka-aineen annostelussa viimeisen tuotetun panoksen jälkeen sekoitussäiliön pohjaventtiili jää valutusta varten auki-asentoon ja raaka-aineannostelu jää odottamaan pesua. Jälkiahidutin menee automaattisesti lopetusajolle, kun suoritetaan tuotantoajon lopetus. Syöttösäiliöstä pumpataan maito-sokeria normaa-



listi jälkihaihdukselle, kunnes syöttösäiliön pinta laskee hätävesirajalle. Silloin syöttösäiliöön otetaan hätävesi ja jälkihaihdutin menee jäähdytysajolle. Jäähdytysajo kestää noin neljä minuuttia, jonka aikana jälkihaihdukseseen pumpataan sekoitussäiliöstä hätävetä. Kun kondenssimaidon tiheys laskee määritetyn raja-arvon alle, säiliön täyden reitti sulkeutuu ja jälkihaihdukselta avautuu reitti viemäriin. Jäähdytysajan jälkeen jälkihaihdutin jää odottamaan pesua. Putkistoon jää tuotannon lopetuksen jälkeen kondenssimaitoa, joka saadaan taltioitua säiliöön putkiporsaan avulla. Putkiporsaan avulla saadaan talteen noin 400 kg kondenssimaitoa, joka muuten menisi putkistopesun myötä viemäriin. Tuotantoajan aikainen kondenssimaitosäiliön täyttymisrajan ylitys käynnistää automaattisesti tuotantoajan lopetuksen, jos toista kondenssimaitosäiliötä ei valita täyttöjonoon.

## 2.4 Automaattisen pesukeskuksen toiminta

Pesukeskuksen toimintaa ohjataan valvomossa olevan PCS7-ohjelman avulla. Ohjelman CIP-pesukeskus-ikkunassa on esitetty pesuliuossäiliöt sekä niiden täyttöaste, putkistot venttiileineen ja pesujen paluulinjojen johtokykykymittaukset numeronäyttöinä. Pesukeskuksen toimintaan kuuluvat useat eri logiikkaan esiohjelmoidut pesut, joita voidaan ohjata tilanteen mukaan valvomon PCS7-ohjelmasta. Ohjelmassa näkyy jokaisen säiliön mittauksen tiedot taulukossa. Mittauksen arvoihin kuuluvat pinta-, lämpötila- ja johtokykyarvot. Neutralointisäiliössä mitataan lisäksi pH-arvoa. Koko maidon haihdutuslaitoksen putkistot ovat suunniteltu niin, että ne tyhjentyvät viemäriin valutustapahtumissa. Laitoksen toimintaan kuuluu myös putkistojen ja muiden paikkojen puhdistus automaattisesti paineilman avulla.

Pesukeskus käyttää pesujen toteutukseen erilaisia nesteitä. Ne sekoitetaan automaattisesti reseptien mukaisesti eri pesujen vaatimilla tavoilla. Sekoitukset tehdään neljästä eri nesteestä, jotka ovat seuraavat: prosessista otettava lauhdevesi, verkostovesi, happo- ja emäsluos. Happoliuoksena käytetään kirkasta ja väritöntä Farmoksen F 40 Loroa, joka on vahvasti hapan kiertopesuaine. Sen merkittävimpana komponenttina on 30 %:nen typpihappo ja liuoksen pH on 1. F 40 Loro on luokiteltu kansainvälisen kemikaalikorttistandardin mukaan hapettavaksi, syövyttäväksi, tulipalovaaraa ja kloorikaasua aiheuttavaksi (O;C R8-35). Emäsluoksena käytetään vahvasti emäksistä ja kirkasta Farmoksen F 42 Noraa. Sen tehoaineina ovat: yli 30 % natriumhydroksidia, 5-15 % kaliumhydroksidia ja alle 5 % fosfonaattia. F 42 Noran pH arvo on 14 ja se on luokiteltu syövyttäväksi (C, R35).

## 2.5 Järjestelmän häiriöt

Järjestelmässä tarkkaillaan toimilaitteiden toimintaa valitun ohjelman mukaisesti. Käynnistettävä ohjelma ei käynnisty, jos ohjelmaan liittyvän reitin varrella olevan venttiilin takaisinkytkentätieto ei vastaa ohjauskäskyä. Esimerkiksi venttiili ohjataan kiinni, mutta se ei saavuta asentoa vaan jää auki. Käynnissä olevan prosessiohjelman aikana

tarkkaillaan venttiilin tilaa sekunnin välein. Takaisinkytkentätiedon ollessa eri kuin ohjauskäsky, ohjelma menee välittömästi keskeytys-tilaan. Keskeytystilasta tulee ilmoitus valvomon näytölle ja tieto, mikä venttiili tilan aiheutti. Keskeytystila ei lopeta ohjelmaa, vaan tilanteesta riippuen esimerkiksi ohjelma pysäyttää pumpput ja sulkee viallisen reitin päissä olevat venttiilit. Käyttäjällä on mahdollisuus jatkaa ohjelmaa samasta kohdasta vian poistamisen jälkeen. Järjestelmän laitevikatarkkailun piiriin kuuluvat käynnissä olevan prosessiohjelman venttiilit ja moottorit. Laitevikatarkkailussa verrataan laitteen ohjauskäskyä ja takaisinkytkentätietoa esiasetellun ajan välein. Jos tiedot eivät vastaa toisiaan, syntyy laitevikahälytys valvomo-ohjelman näytölle. Vikatilanteen kestäminen esiasetellun aikarajan yli aiheuttaa järjestelmän keskeytys-tilan. Ohjelmaa voi jatkaa samasta kohdasta vian poistamisen jälkeen.

Maitohaihduttamon toimintaa tarkkaillaan mittaamalla useita eri asioita prosessissa. Esiasetettujen raja-arvojen ylitys tai alitus aiheuttaa hälytys-ilmoituksen valvomon näytölle. Hälytyksiä taltioidaan kovalevyllä jonoon niin, että viimeisin syrjäyttää aina ensimmäisen. Kaikkiaan hälytyksiä on aina noin 500 kappaletta tallennettuna, jotka syntyvät jo muutamasta oikein tehdystä automaattisesta pesusta. Hälytyksiä syntyy paljon pelkästään tuotantoajoa poikkeavasta toiminnasta, mihin esimerkiksi pesut kuuluvat. Tämän takia hälytysten analysointiin tulee suhtautua kriittisesti esimerkiksi laitteiden vika-analyysiä tehdessä. Hälytysilmoitukset on jaettu järjestelmässä kahteen eri ryhmään, jotka ovat: varoitus- ja häiriöilmoitukset. Varoitusilmoitukset ovat informatiivisia, eivätkä aiheuta tilamuutoksia ohjauksissa. Häiriöilmoitukset taas voivat aiheuttaa koko laitoksen tai laitoksen osan toiminnan pysäyttämisen heti tai tietyn viiveen jälkeen. Varoitusilmoitus poistuu automaattisesti näytöltä tilanteen normalisoiduttua, mutta häiriöilmoitus on yleensä kuitattava.

### 2.5.1 Hätäseispiirit

Maitohaihduttamon turvallisuuden takaamiseksi järjestelmässä on kuusi eri hätäseis-painiketta. Ne sijaitsevat seuraavissa paikoissa:

- Valvomo
- Sähkökeskus
- Pesukeskus (2 kpl)
- Raaka-aineannostelu
- Kondenssimaitosäiliöhuone

Hätäseis-painikkeen painaminen aiheuttaa ohjauksen katkaisemisen koko painetun painikkeen alueen toimilaitteista. Venttiilit menevät normaaliin tilaansa, joka on yleensä kiinni-tila ja moottoreiden sähkön syöttö katkeaa. Valvomo-ohjelman näytölle tulee tieto painetusta hätäseis-painikkeesta, painikkeen nostamisesta ja kuittauksesta. Hätäseis tulee kuitata nostamalla painike ja painamalla ”kuittaus”-painiketta järjestelmän toiminnan jatkamiseksi.

### 3 PROSESSIN OSA-ALUEET

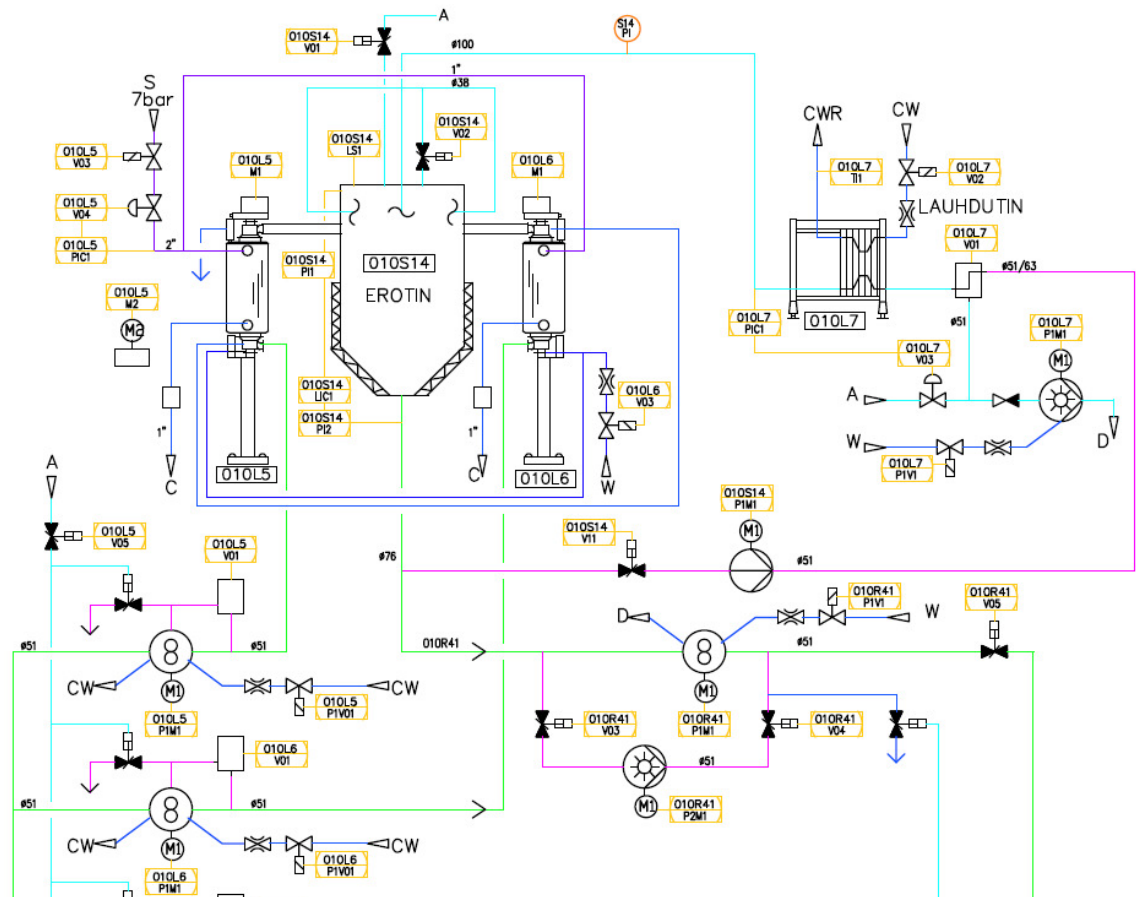
Maidon haihdutukseen kuuluu suuri määrä erilaisia laitteita ja toimintoja. Prosessin käsittelyn ja ymmärtämisen helpottamiseksi prosessi on hyvä jakaa osa-alueisiin. Laitoksen toimittajan materiaaleista selviää laitoksen jako selkeisiin osakokonaisuuksiin pääasiassa laitteiden fyysisen sijainnin perusteella hallissa. Laitteiden sijoittelu taas on perustunut yleisesti ottaen toimintojen loogiseen järjestykseen välimatkat ja käytännöllisyys huomioiden. Laitoksen toimintaa on muutettu vuosien varrella ja osa-alueet ovat muuttuneet. Vuonna 2008 tehty prosessin instrumentointikaavio pohjautuu alkuperäiseen jaotteluun, mutta kaavio on päivitetty vastaamaan muuttunutta tilannetta. Prosessin osa-alueet ovat seuraavat:

1. Maidon vastaanotto
2. Esihaihdutus
3. Jälkiihaihdutus
4. Raaka-aineiden annostelu
5. Kondenssimaito
6. Pesukeskus
7. Putkiporsas

Laitteiden ja niihin liittyvien komponenttien jakaminen osa-alueisiin aiheuttaa ristiriitaisia tilanteita. Käytettäessä laitteiden fyysisen sijainnin ja toimintojen järjestyksen mukaista jaottelua päästään usein hyvään lopputulokseen. On kuitenkin tilanteita, missä jaotteluun tulee mukaan eri kriteereitä ja laite voi sijaita vaikeasti löydettävässä paikassa. Tällaisissa tilanteissa voidaan priorisoida eri valintakriteerit ja jaotella laitteet osa-alueisiin priorisoinnin mukaan.

#### 3.1 Jälkiihaihdutin 1

Maidon haihdutuksen yksi osa-alue on jälkiihaihdutus. Maidon haihdutusprosessin jälkiihaihdutuksen osa-alue koostuu kahdesta samanlaisesta rinnakkain olevasta systeemistä: jälkiihaihdutin 1 ja jälkiihaihdutin 2. Kahden jälkiihaihduttajan tuotantokapasiteetti on kaksinkertainen verrattuna tilanteeseen, missä on vain yksi jälkiihaihdutin. Jälkiihaihdutin yhden osalta laitteiden jaottelu on selkeää, koska prosessi- ja instrumentointikaavion merkinnät ja laitteiden sijainnit kentällä eivät ole ristiriidassa. Näin saatiin valittua jälkiihaihdutin yhteen liittyvät komponentit. Liitteeseen 2 on listattu kaikki laitteet, venttiilit ja instrumentit liittyen jälkiihaihdutin yhteen. Mukaan otetut laitteet alkavat kuvan 2 prosessi- ja instrumentointikaavion mukaisesti syöttöpumpuista (2 kpl ruuvipumppua: 010L5P1M1 ja 010L6P1M1) ja loppuvat kondenssimaitopumpun (ruuvipumppu 010R41P1M1) jälkeiseen venttiiliin (010R41V05).



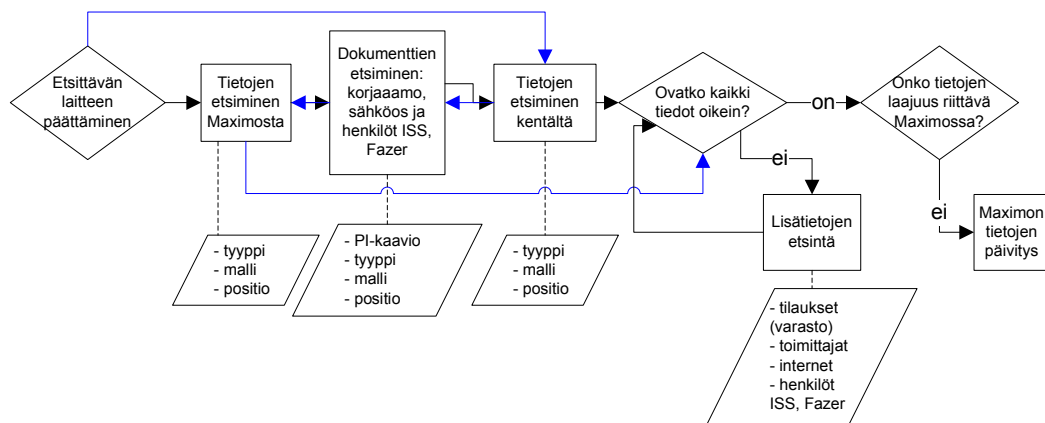
Kuva 2 Jälkihaihdutin yhden prosessikaavio.

### 3.1.1 Toiminnan kuvaus

Jälkihaihdutin yhdessä maito-sokerimassa pumpataan kahden ruuvipumpun avulla kahteen Convap-lämmönvaihtimeen, missä massa lämmitetään höyryn avulla normaalia huoneilmaa matalammassa paineessa. Erotin S14 erottaa massasta vettä, jonka jälkeen lopullinen massa johdetaan ruuvipumpun avulla kondenssimaitosäiliöihin. Automaattisen prosessin resepti on ohjelmoitu Siemens Simatic PCS7 -järjestelmään. Prosessissa mitataan eri suureita, kuten painetta, lämpötilaa ja massan tiheyttä eri prosessin kohdissa. Mittaustiedon perusteella ja logiikkaan ohjelmoitujen toimintatapojen perusteella prosessi säätää eri asioita, joiden avulla pyritään tuottamaan laadukasta kondenssimaitoa. Säätöihin kuuluu muun muassa maitosokerimassan syöttöpumppujen (2 kpl ruuvipumppua) nopeuden säätö sekä höyryn lämpötilan ja paineen säätö. Höyrymäärän syöttö Convap-lämmönvaihtimiin vaikuttaa suoraan nesteen haihtumiseen massasta. Tämän vuoksi höyrymäärän syötön säätäminen oikeisiin arvoihin on tärkeää prosessin toiminnan kannalta. Erottimesta vesihöyry johdetaan lauhduttimen kautta viemäriin vetenä. Jälkihaihdutin yhden tuotantokapasiteetti on noin 1300 kg kondenssimaitoa tunnissa. Jokaisen tuotantokerran jälkeen suositellaan jälkihaihduttimen pesua automaattisen pesukeskuksen avulla. Järjestelmä pestään nestemäisellä liuksella ja pesuihin liittyvät nesteet johdetaan lopuksi viemäriin.

### 3.2 Laitetietojen etsimisen prosessin kuvaus

Maidon haihdutukseen liittyvien laitteiden, venttiilien ja instrumenttien tietojen etsintä on kuvattu kuvaan 3. Laitoksen muutoshistorian takia oikeiden tietojen löytäminen on suhteellisen vaikeaa. Tietoja on useassa eri paikassa ja ne ovat eri ajoilta. Laitoksen toiminnasta löytyy paperisia dokumentteja mm. korjaamon-, sähköosaston-, suklaan valmistuspäällikön-, teknisen toimiston henkilökunnan- ja suklaan valvomon arkistoista. Sähköisessä muodossa olevaa aineistoa löytyy mm. kunnossapidon tietojärjestelmästä IBM Maximosta ja Fazerin teknisen toimiston henkilökunnalta.



Kuva 3 Laitetietojen etsimisen prosessi

## 4 LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU

Laitteiden kriittisyysluokittelun lähtökohtana on selvittää eri laitteiden vaikutus koko prosessin toimintaan. Erilaisten tarkasteltavien kriteerien valinnan kautta voidaan hahmottaa laitteen kokonaisvaikutus prosessiin ja sen ympäristöön vikatilanteessa. Wayenbergh ja Pintelon ovat artikkelissaan: ”Framework for maintenance concept development [1]”, listanneet erilaisia kriteereitä tärkeimpien prosessin osa-systeemien löytämiseksi. Kriteerien perusteella pyritään määrittelemään systeemin vikaantumisen vaikutuksia. Kriteereitä ovat: turvallisuus, ympäristö, vian löytäminen, pullonkaula, tuotannon menetys, työ- ja materiaalikustannukset, muiden systeemien vikaantuminen, kompleksisuus ja vaihdettavuus. Tärkeimpien prosessin osa-systeemien määrittelyn jälkeen määritetään niihin kuuluvien tärkeimpien komponenttien vikaantumisen vaikutus. Sen kartoittamiseksi tutkijat ovat luoneet taulukon, missä otetaan huomioon mm. erilaisia kustannuksia, kuten tuotannon menetys ja korjauskustannukset. Taulukko löytyy liitteestä 1. [1]

Wayenbergh ja Pintelon ovat käyttäneet tärkeimpien systeemien määrittämisen tekniikkaa yhtenä esitietona tupakkatehtaan kunnossapitokonseptin luomiseksi. Tutkielmassa mainitaan seitsemän vaihetta projektin läpiviemiseksi ja ne ovat seuraavat:

1. Tavoitteiden ja resurssien määrittäminen
2. Tärkeimpien systeemien määrittäminen
3. Tärkeimpien komponenttien määrittäminen
4. Kunnossapitokonseptin luominen.
5. Kunnossapitokonseptin parametrien optimoiminen
6. Implementointi ja arviointi
7. Palaute [2]

### 4.1 Tekninen näkökulma

Wayenbergh ja Pintelon ovat luoneet modulaarisen tavan edetä kunnossapitokonseptin luomisessa. Yksi moduuli on tärkeimpien systeemien luokittelu. Artikkelissa mainitaan eri kriteereitä luokittelun perustaksi, kuten kriittisten vikojen seuraukset ja taulukoidut tiedot (esim. vikaantumistaajuus, vikaantumisen syyt ja varaosiin liittyvät asiat). Luokittelu tehdään taulukkoon ja eri kriteereille valitaan painokertoimet, minkä jälkeen lasketaan pisteytystaulukon tulokset. Tietojen kerääminen taulukkoon tulee artikkelin mukaan tehdä yhteistyössä tuotannon ja kunnossapidon henkilöiden kanssa. Tiedot kerätään henkilöiltä, jotka ovat tekemisissä systeemiin liittyvien teknisten asioiden kanssa. Näihin henkilöihin kuuluvat tuotannon operaattorit sekä kunnossapitoasentajat ja -

insinöörit. Silloin saadaan paras käytännön tieto systeemiin liittyvistä teknisistä asioista. [2]

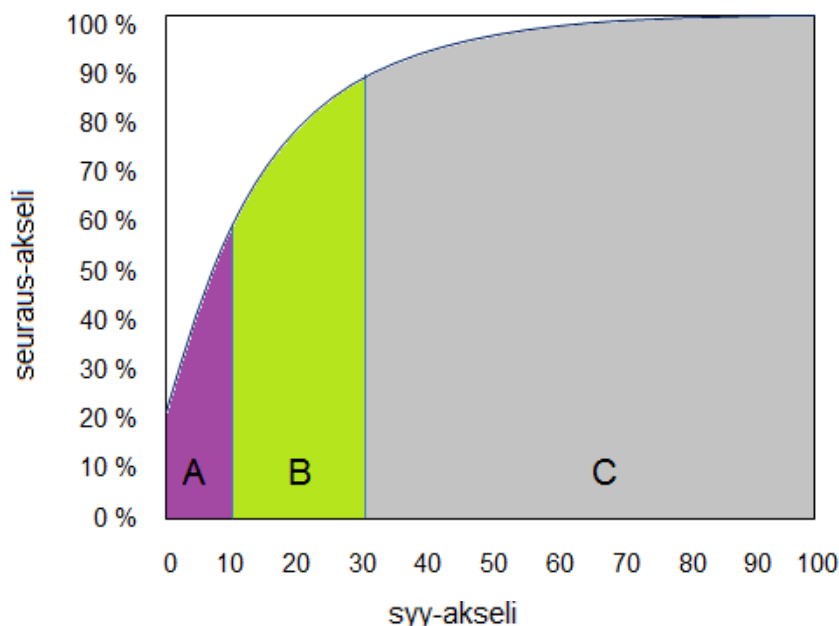
Laitteiden kriittisyysluokittelun apuna voi käyttää liitteen 2 mukaista taulukkoa. Siihen listataan määrällisesti vain Maximosta saatavat työmääräntiedot jokaiselle laitteelle eriteltynä. Taulukkoon lasketaan tehtyjen työmääräinten lukumäärä laitekohtaisesti. Tähän lukuun sisältyy kaikki laitteeseen liittyvät työt, kuten tarkastukset, huollot ja korjaukset. Näin pyritään hahmottamaan laitteeseen liittyvää kokonaisuutta, joka sisältää laitteen vikaantumis- ja huoltotaajuuden. Kaikki muut taulukon tiedot ovat taulukkoa täyttävien henkilöiden mielipiteitä. Taulukon täyttämiseksi on erilaisia näkemyksiä, jonka vuoksi eri henkilöiden listaamat numerot eivät välttämättä ole verrattavissa keskenään. Tämän minimoimiseksi taulukon täyttäjä voi lähteä täyttämään taulukkoa sarakkeittain. Jokaiseen sarakkeeseen kuuluu tarkastasteltava kriteeri, jota tarkastellaan ensin koko laitejoukon kesken ja merkataan suurin (tai pienin) arvo. Tämä on referenssiarvo, mihin verrataan kaikkia systeemin muita laitteita ja taulukkoon merkitään numerot. Taulukko täytetään samaan tyyliin kaikkien sarakkeisiin listattujen kriteerien osalta. Tarkasteltaviksi kriteereiksi on valittu tuotannon ja siihen liittyvien teknisten asioiden näkökulma.

## 4.2 ABC-analyysi

Vilfredo Pareto tutki 1700-luvulla varallisuuden jakautumista Milanin kaupungissa Italiassa. Hänen tutkimuksensa osoitti, että 20 % ihmisistä hallitsi 80 % varallisuudesta. Tätä harvojen merkittävää tärkeyttä ja useiden merkityksettömyyttä kutsutaan Pareton periaatteeksi ja ajatusta voidaan käyttää useissa yhteyksissä. Varastohallintaan Pareton 80 / 20 -sääntö sopii hyvin. Se voidaan nähdä esimerkiksi niin, että vain 20 % kaikista yrityksen tarjoamista tuotteista aiheuttaa 80 % myyntituloista. [13]

ABC-analyysin taustalla on Pareton periaate, jonka avulla pyriään selvittämään nimikkeiden varastointiin liittyviä asioita. Merkittävin asia on nimikkeiden ryhmittely kolmeen eri kriittisyysluokkaan, mitkä ovat A, B ja C-luokka. Kuvassa 4 on esitetty ABC-luokittelun periaate syy-seuraus-koordinaatistossa, jossa esimerkin omaisesti on valittu luokat 10, 30 ja 100 % kohdalta x-akselia. Esimerkkikuvasta huomataan Pareton idea, että vain noin 30 % syistä aiheuttaa noin 90 % seurauksista. Luokkien määrää voidaan vaihtaa tilanteen mukaan käyttäen useita eri luokkia tai vain kahta luokkaa. Luokat muodostuvat eri nimikkeistä ja luokkien muodostamisen perusteena voidaan käyttää eri kriteereitä. Yleinen tapa on käyttää nimikkeen vuotuista liikevaihtoa, joka saadaan kaavasta yksi. [14]

$$\text{vuotuinen liikevaihto} = \text{vuosikäyttö} * \text{yksikköhinta} \quad (1)$$



**Kuva 4 ABC-luokittelu [14]**

ABC-analyysiä voidaan käyttää taulukon 1 mukaisesti varaston palvelutason kautta. Palvelutaso 98 % tarkoittaa, että 98 kappaletta sadasta tilauksesta saadaan toimitettua varastosta. Myyntinä voidaan käyttää kappale- tai rahamääräistä lukua. Analyysin avulla voidaan laskea varaston kokonaispalveluaste painotettujen palveluasteiden summana, joka on tässä esimerkissä 95,1 %. [13]

**Taulukko 1 ABC-analyysi palvelutason mukaan**

Luokka	Myynti	Palvelutaso	Painotettu palvelutaso
A	70 %	98 %	68,6 %
B	20 %	90 %	18 %
C	10 %	85 %	8,5 %

Reid listasi taulukkoon varastoitavat yksiköt ja niiden vuotuisen käyttömäärän sairaalan varastoon tekemässään ABC-luokittelussa. Taulukkoon listattiin myös jokaisen yksikön rahamääräinen vuotuinen käyttö suurimmasta summasta pienimpään. Tämän perusteella laskettiin kumulatiivinen vuotuinen käyttöprosentti. Tuloksen perusteella luokiteltiin yksiköt kolmeen eri kriittisyysluokkaan, jolloin A-luokan osuudeksi tuli 73,5 % kaikkien yksiköiden vuotuisen rahamäärän käytön summasta, B-luokan 18,1 % ja C-luokan 8,3 %. Luokkiin tuli yksiköitä seuraavat määrät A: 10 kpl, B: 13 kpl ja C: 24 kpl. Tästä voidaan päätellä Pareton periaatteen mukaisesti, että suhteellisen pieni määrä yksiköitä aiheuttaa suurimman rahamääräisen käytön (73,6 %) ja lukumääräisesti suuri määrä yksiköitä aiheuttaa vain pienen osan rahamääräisestä käytöstä (8,3 %). [12]



### 4.3 Moniulotteinen luokittelu

Yleisesti käytetty ABC-luokittelu toimii määrittäessä eri nimikkeiden arvoja, jotka eroavat toisistaan vain yhden tarkasteltavan kriteerin suhteen. Teollisuudessa käytettävät nimikkeet ovat usein paljon monimutkaisempia, jolloin ABC-analyysi voi tuottaa kustannustehottoman ratkaisun varaston hallintaan. Parempia tuloksia voidaan löytää määrittämällä useita eri kriteereitä ja luokittelemalla tarkasteltavat nimikkeet niiden mukaan. [3]

Huiskonen jakaa tarkasteltavat kriteerit prosessi- ja ohjauskriittisyyteen. Prosessikriittisyyteen kuuluvat tarkasteltavat kriteerit komponentin vikaantumiseen liittyen. Niihin luetaan esimerkiksi tuotannon menetys sekä turvallisuus- ja ympäristö vaikutukset. Ohjauskriittisyyteen määritetään kuuluvaksi kriteerit, jotka vaikuttavat varaosan saatavuuden hallintaan. Esimerkiksi varaosa on sitä kriittisempi, mitä enemmän sen toimitukseen liittyy epävarmuutta. Tutkielmassa valittiin taulukon 2 mukaiset kriteerit mukaan tarkasteluun. [3]

**Taulukko 2 Kriittisyyden kriteerit**

Kriittisyyden kriteeri	Kuvaus
Laitekriittisyys	Lasketaan usean eri muuttujan perusteella esim. vikaantumistaajuus
Vikaantumisen todennäköisyys	
Toimitusaika	Materiaalitarpeesta siihen, kun materiaali on asennettavissa
Toimittajien lukumäärä	Työmaan ulkopuoleiset toimittajat
Tekniset erittelyt	Tuotetietojen saatavuus, tarkkuus ja oikeellisuus
Kunnossapitotyyppi	Laitteelle tehtävä työ (ennakoiva vs. korjaava kp)

Flores ja Whybark käyttivät artikkelissaan: ”Implementing multible criteria ABC analysis [16]”, ABC- ja kriittisyysanalyysin yhdistämistä määrittäessään eri nimikkeiden varastointipäättöksiä. Heidän tarkastelunsa kohteena olivat kunnossapidon varasto teollisuuden valmistavassa yrityksessä sekä palveluorganisaation varasto. Artikkelissa mainittu prosessin eteneminen selviää liitteestä 3. Ensin prosessissa tehtiin rahamäärään perustuva ABC-analyysi. Sen jälkeen määritettiin tarkasteltavat kriteerit nimikkeiden kriittisyyden määrittämiseksi. Kriteereinä oli mm. nimikkeen puutoksen vaikutus ja asennettavuus. Kriittisyysluokkia määritettiin kolme kappaletta, jolloin ensimmäinen luokka muodostui kriittisimmäksi. Kolmannen taulukon luomiseksi ABC- ja kriittisyysanalyysin luokat yhdistettiin, jonka jälkeen saatiin lopullinen taulukko luokkien varastointipäättösten perusteeksi. [16]

Laitteisiin liittyvien varaosien varastointi käsitetään yleensä tuotteiden varastoinnin erikoistapauksena. Sen erityispiirteinä voidaan pitää varaosien vaikeaa kysynnän ennustamista ja matalaa kysyntää. Varaosien varastoinnin tavoite on ylläpitää nimikkeen tietty

palvelutaso mahdollisimman pienin varastointi- ja hallinnointikustannuksin. Sen saavuttamiseksi tulee ymmärtää koko laitteeseen liittyvän toimitusketjun asioita. Nimikkeiden luokittelu tilanteeseen sopivien useiden eri muuttujien suhteen mahdollistaa nimikkeiden luokittelun ja hallinnan. Huiskonen mainitsee artikkelissaan: ”Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices [11]”, yhden mallin perusteena käytetyt kriteerit nimikkeiden luokittelemiseksi. Käytetyt kriteerit ovat laitteen saatavuus, olennaisuus, hinta, massa, varaosien kysyntämäärä, varaosien saatavuus markkinoilta ja korjauksen tehokkuus. Valittavien kriteerien ymmärtämiseksi tulee tarkastella tilannetta laajemmasta näkökulmasta, missä otetaan huomioon koko toimitusketjuun liittyvät tekijät. Huiskonen esittelee neljän elementin mallin, minkä avulla voidaan tarkastella kokonaisuutta elementteihin jaoteltuna. Elementtien avulla pyritään analysoimaan kyseessä oleva tilanne, minkä pohjalta voidaan tehdä materiaalin hallintaan liittyviä ratkaisuja. Elementtien tarkastelun näkökulmiksi on valittu käyttäjän ja toimittajan näkökulmat. Ensimmäinen elementti pyrkii kuvaamaan toimittajan strategiaa ja prosesseja. Toinen elementti kuvaa toimitusketjun rakennetta. Kolmas elementti kuvaa toimitusketjuun liittyvien osapuolten keskinäisiä suhteita. Neljäs elementti pitää sisällään käyttäjän systeemit ja varastointiin liittyvät ratkaisut mm. suorituskyvyn mittauksen. Kaikkien elementteihin liittyvien asioiden analyysien kautta ei välttämättä päästä tarpeeksi tarkkoihin tuloksiin. Sen takia Huiskonen on maininnut artikkelissaan olennaisimmat asiat nimikkeiden tarkastelun kriteereiksi. Ne ovat kriittisyys, spesifisyys, kysyntä ja arvo. Kriittisyys jaetaan kahteen eri osaan: prosessi- ja ohjauskriittisyyteen. Prosessikriittisyyden luokkia on kolme ja jaottelu menee vian korjauksen nopeuden vaatimuksen mukaan. Spesifisyys muodostuu osan standardisuusasteen mukaan. Standardiosan saatavuus markkinoilta on yleensä hyvä, kun taas yksilöllisesti valmistettava osa on vaikeasti saatavilla. Huiskonen mainitsee myös merkittävimmät asiat nimikkeiden logistiseen tarkasteluun. Niitä ovat toimitusverkko, materiaalien sijainti sekä ohjaukseen liittyvät vastuut ja periaatteet. [11]

#### **4.3.1 Kysynnän ennustaminen**

Laitteiden luokittelun yhtenä merkittävä kriteerinä voidaan pitää laitteiden kysyntää. Kysyntä nähdään teollisuuden kunnossapidon näkökulmasta laitteiden vikaantumisesta tai ennakoivan kunnossapidon päätösten perusteella johtuvasta vanhan laitteen vaihdosta uuteen laitteeseen. Kysyntä kuvaa laitteiden tai osien tarvetta varastosta lukumääräisesti tietyn tarkastelujakson aikana. Laitekohtaiseen kysyntään liittyy myös laitteeseen liittyvät varaosat ja laiteisiin liittyvien huoltojen vaatimat varaosat. Nimikekohtaiseen kysyntään liittyy nimikkeen määrityksen mukaiset laitteet ja osat. Nimike voidaan määrittellä tilanteesta riippuen laajana laitekokonaisuutena, yksittäisenä osana tai jonain edellisten väliltä. Kysynnän ennustaminen on merkittävä asia pyrittäessä saattamaan laitteet toimintakuntoon nopeasti vikatilanteen ilmenemisen jälkeen. Laitteen tai osan kysyntään liittyvää analyysiä voidaan käyttää hyödyksi nimikkeen ohjaustavan valintaan liittyvissä päätöksissä, joita on tarkasteltu työssä myöhemmin.

Laitteiden ja niihin liittyvien varaosien toimintaympäristö on usein monimutkainen. Nimikkeitä on useita tuhansia, joiden ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi. Kysyntä on tyypillisesti hajanaista ja vaikeasti ennustettavaa. Materiaalin hallinnan yksi tärkeimmistä tavoitteista on tässä monimutkaisessa toimintaympäristössä määrittää tuotteiden oikea positiointi. Materiaalin hallintaan liittyvän tuotteiden kysynnän ennustamisen tuloksellinen kehitystyö vaatii nimikkeiden ja niiden kysynnästä kertyvän datan järjestelmällistä hyödyntämistä nimiketasolla. Monimutkaisessa toimintaympäristössä kysynnän ennustamisen haasteena on, että kysyntä on tyypillisesti varsin hajanaista. Yksittäiset kysyntäpiikit vuorottelevat pitkienkin nollajaksojen kanssa. Yleisesti käytetyt ennustemallit, jotka pohjautuvat eri tavoin painotettuihin keskiarvoihin, eivät tämän takia tuota hyviä tuloksia. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi liukuva keskiarvo tai eksponenttitasoitettu kysyntä. Keräämällä tietoa laitteiden vikaantumisfrekvensseistä ja varaosien elinkaarista pystytään jossain määrin ennakoimaan kysyntää. Tosin tällaiset lähestymistavat soveltuvat parhaiten joko yksittäisten, kalliiden laitteiden hallintaan, joiden yksityiskohtaiset analyysit ovat perusteltavissa laitteen poikkeuksellisen korkean arvon tai suuren prosessikriittisyyden takia. Laitteiden ja niiden varaosien ennustettavuus on yleensä huono, minkä takia monesti oleellista on tietää mille tasolle ennustamisessa päästään. Kuitenkin usein toimintaa voidaan kehittää suhteellisen epätarkan datan ja suurpiirteisen arvioinnin avulla. [23]

Tuotteiden suuret nimikemäärät ja useat varastointipisteet tekevät hallittavasta kokonaisuudesta laajan ja monimutkaisen. Jokaisen nimike- ja varastointipisteyhdelmän läpikäyminen vaatisi kohtuuttomasti resursseja. Tuotteiden luokittelun on perinteisesti käytetty ABC-luokittelua. Moniulotteisessa luokittelussa ABC-luokituksen kriteerit pyritään valitsemaan tilannekohtaisesti. Näin saadaan laitteille kriittisyysluokka. Kun moniulotteisen kriittisyysluokan (ABC) muodostamisessa ei oteta huomioon tuotteiden kysyntää, se voidaan ottaa mukaan ohjauspäätöksiä tehtäessä erillisen taulukon avulla. Tapahtumiin tai tarvekertoihin perustuva XYZ-luokittelu on esitetty esimerkin omaisesti kuvassa 5. Taulukossa on yhdistetty laitteiden tai osien ABC-kriittisyysluokka, laitteiden tai osien kysyntään liittyvän XYZ-luokittelun kanssa. X-luokan nimikkeiden kysyntä on suurinta, Z-luokan nimikkeiden pienintä ja Y-luokan nimikkeiden edellisten luokkien väliltä. Esimerkin taulukossa on esitetty myös ohjaustavat eri luokkakombinaatioille.

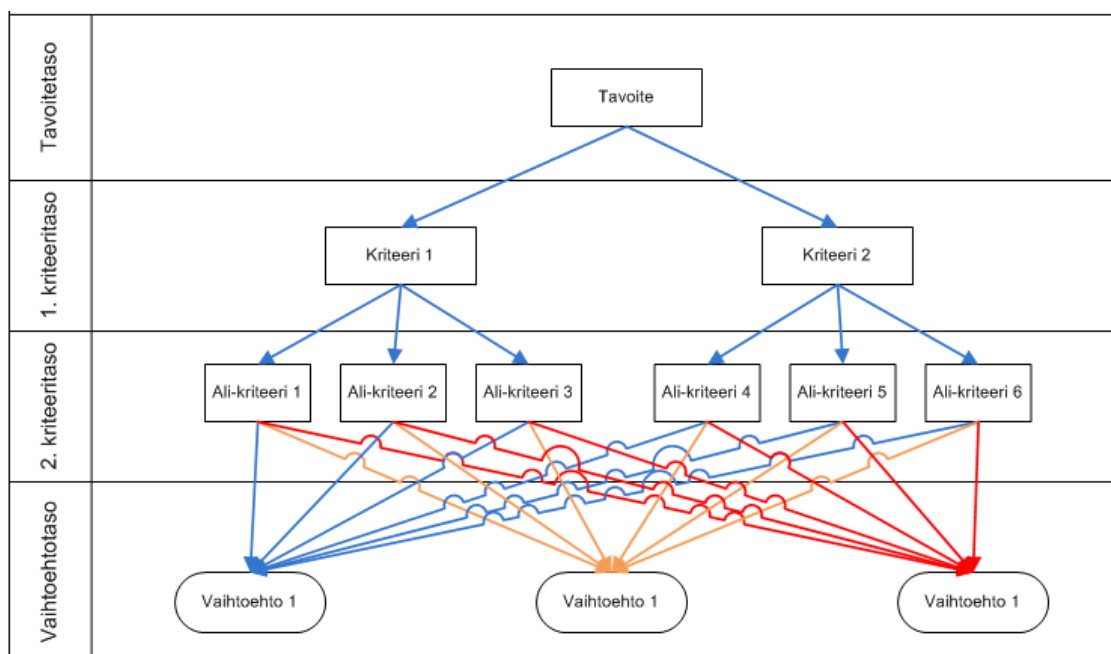
	A	B	C
X	Pyrkimys mahdollisimman tarkkaan ohjaukseen (kustannusarvot ja ennusteet)	Yleensä varastointi. Pyrkimys tarkkaan ohjaukseen (kustannusarvot ja ennusteet)	Varastointi, paitsi poikkeustapauksissa. Suuret hankintaerät.
Y	Pyrkimys tarkkaan ohjaukseen (varastointipäätös, kustannusarvot ja ennusteet)	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti	Varastointi, paitsi poikkeustapauksissa. Suuret hankintaerät.
Z	Pääsääntöisesti tilaustuotteiksi. Varastointi vain kriittisille tuotteille	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti.

**Kuva 5 Moniulotteisen luokittelun hyödyntäminen [23]**

## 4.4 Analyttinen hierarkiaprosessi

Päätösten tekeminen useiden eri kriteerien pohjalta aiheuttaa moniulotteisen ongelman. Analyttinen hierarkiaprosessi on menetelmä, jonka avulla pystytään arvioimaan eri ratkaisuvaihtoehtoja numeroiden avulla. Kriteereinä voidaan käyttää kvalitatiivisia- eli laadullisia- ja kvantitatiivisia eli määrällisiä kriteereitä. AHP-menetelmässä arvotetaan eri kriteerit eri hierarkiatasoilla, jolloin lopulliseksi ratkaisuksi saadaan numeeriset arvot eri vaihtoehtojen välillä. Vaihtoehtojen arvojen perusteella voidaan tehdä päätöksiä vaihtoehtojen välillä. Päätöksiä voidaan myös perustella AHP-menetelmän tuottamien arvojen perusteella. [19]

Partovi ja Hopton kuvaavat analyttistä hierarkiaprosessia artikkelissaan: ”The analytic hierarchy process as applied to two types of inventory problems [10]”. Prosessi jaetaan kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäisessä vaiheessa tulee suunnitella hierarkia. Hierarkiatasojen lukumäärä määritetään tilanteen mukaan. Kuvassa 6 on hahmoteltu analyttinen hierarkiaprosessi esimerkin omaisesti. Siihen on määritelty kaksi eri hierarkiatasoa kriteereille. Toisessa analyttisen hierarkiaprosessin vaiheessa priorisoidaan jokainen kriteeri eli määritetään jokaiselle kriteerille arvo. Kolmas prosessin vaihe on laskea tulokset ja tehdä päätelmät eri vaihtoehtojen välillä. [10]

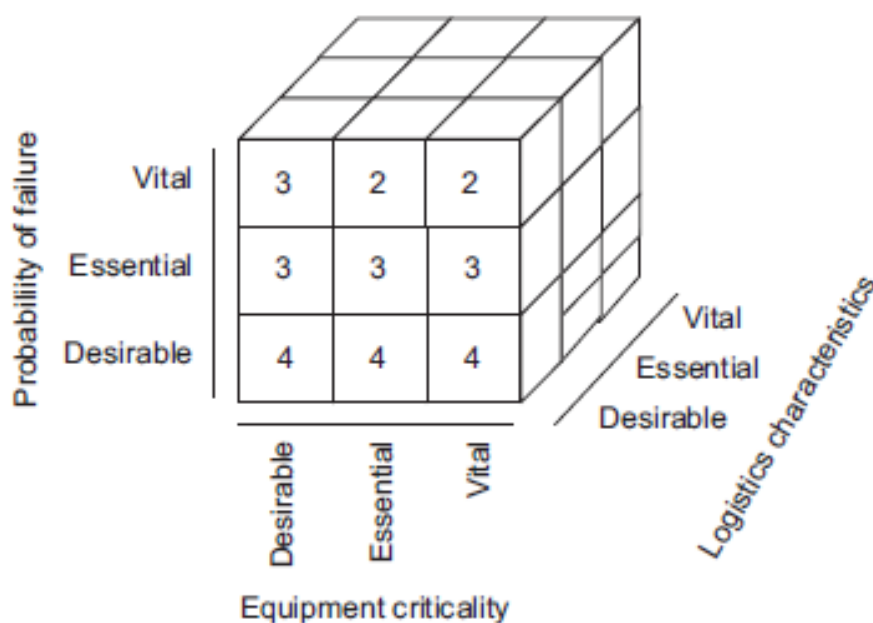


**Kuva 6 AHP esimerkki**

Partovi ja Hopton mainitsee artikkelissaan esimerkin analyttisen hierarkiaprosessin käytöstä varastonimikkeiden luokittelemiseksi neljän eri kriteerin perusteella. Varastonimikkeen kriteereiksi valittiin yksikkökustannus, läpimenoaika, kriittisyys ja kysyntä. Kriteerit arvotettiin numeroilla, kuten tehtiin myös neljän eri sanallisen vaihtoehdon

kohdalla. Näin saatiin jokaiselle nimikkeelle laskettua numeerinen arvo, jonka jälkeen nimikkeet listattiin taulukkoon. Taulukkoa oli mahdollista käyttää ABC-analyysin pohjatietona. [10]

Molenaers tutki ryhmän kanssa Belgialaisen petrokemian alan yrityksen varaosien luokittelua. Yrityksen varastonimikkeitä käytetään yrityksen kunnossapidon, investointien ja modifikaatioiden toteutukseen. Varaston sisältämiin laitteisiin kuuluu mm. pumppuja, kompressoreja ja lämmönvaihtimia. Varastonimikkeiden luokittelussa käytettiin AHP-menetelmää, koska se todettiin tehokkaaksi ja joustavaksi työkaluksi kvalitatiivisten kriteerien ja niiden painokertoimien yhdistämiseksi. Lopulliseksi ratkaisuksi saatiin kuvan 7 mukainen kriittisyyskuutio, minkä avulla varastonimikkeet luokiteltiin kolmesta eri näkökulmasta: laitekriittisyys, vian todennäköisyys ja logistiikka. Laitekriittisyyden määrittelyn kriteereinä käytettiin laitteen vikaantumistaajuutta ja vian seurausten vaikutusta. Vian todennäköisyys määritettiin laitteen ja siihen kuuluvien varaosien vikaantumisen perusteella. Logistiikan näkökulmasta laitteen kriittisyys määritettiin käyttäen kolmea eri kriteeriä. Käytetyt kriteerit olivat täydennysaika, toimittajien lukumäärä ja teknisten dokumenttien saatavuus. AHP-menetelmän mukaisesti eri kriteereitä verrattiin toisiinsa, minkä perusteella saatiin painoarvot eri kriteereille. Sen jälkeen eri kriteereille määritettiin kolme luokkaa, joiden perusteella saatiin laskettua varastonimikkeen sijainti kriittisyyskuution logistiikan tahkolla. Kuvan 7 mukaisessa kriittisyyskuutiossa käytettiin neljää eri kriittisyysluokkaa, jotka ovat numeroina 1 - 4. Korkein kriittisyysluokka on numero yksi ja matalin on numero neljä. Ensimmäiseen luokkaan kuuluvia nimikkeitä tulee olla saatavilla heti, mutta neljännen luokan nimikkeitä voidaan tilata tarvittaessa. [3]



Kuva 7 Kriittisyyskuutio [3]

Analyttistä hierarkiaprosessia on kritisoitu sen monimutkaisuuden ja teoreettisuuden vuoksi. Yksinkertaisempi tapa varaanimikkeiden luokitteluun on vital, essential, desirable (VED) -menetelmä. Siinä nimikkeet jaotellaan kolmeen eri luokkaan. Äsken mainitussa kriittisyyskuutiassa käytettiin AHP-menetelmän lisäksi VED-menetelmää. Ilman hierarkista AHP-menetelmää, VED-menetelmä on käyttökelpoinen sen yksinkertaisuuden vuoksi. Varastonimikkeet luokitellaan VED-menetelmässä kolmeen eri luokkaan, jotka ovat:

1. Tärkeät osat (vital parts). Puutos aiheuttaa suuret menetykset, jos osaa ei saada varastosta tarvittaessa.
2. Olennaiset osat (essential parts). Puutos aiheuttaa keskinkertaiset menetykset, jos osaa ei saada varastosta tarvittaessa.
3. Toivottavat osat (desirable parts). Puutos aiheuttaa pienet menetykset, jos osaa ei saada varastosta tarvittaessa.

Nimikkeiden jako luokkiin tapahtuu kriittisyyden perusteella. Fortuin käytti työssään kriittisyyden kriteereinä seitsemää eri kriteeriä, jotka liittyvät pääasiassa tuotannon funktionaalisuuteen. Käytetyt kriteerit ovat:

1. Vasteaika. Työpyynnön ja laitteen toimintakuntoon saattamisen välinen aika.
2. Toiminnallisuus. Osa on sitä kriittisempi, mitä enemmän se vaikuttaa koko systeemin toimintaan.
3. Kysyntä. Kappalemäärinä tai rahassa ilmaistuna.
4. Elinkaari. Onko tuote juuri tullut markkinoille vai poistumassa pian sieltä?
5. Hinta. Osan hinta suhteutettuna muihin nimikkeisiin nähden.
6. Toimitusaika. Tilauksesta tuotteen saapumiseen.
7. Korjattavuus. Mahdollisuus palauttaa laitteen toimintakunto vikaantuessa.

Jokainen kriteeri analysoidaan erikseen jokaisen eri nimikkeen näkökulmasta ja nimikkeelle valitaan kolmesta eri vaihtoehdosta sopivin. Esimerkiksi tuotteen elinkaaren vaiheeksi valitaan yksi kolmesta vaihtoehdosta tuotteen markkinoilla olon mukaan. Vaihtoehdot tuotteen elinkaaren vaiheiksi ovat esittely-, kypsyys- ja hylkäysvaihe. Lopuksi analyysien tulokset yhdistetään, joiden perusteella nimikkeet voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan. [18]

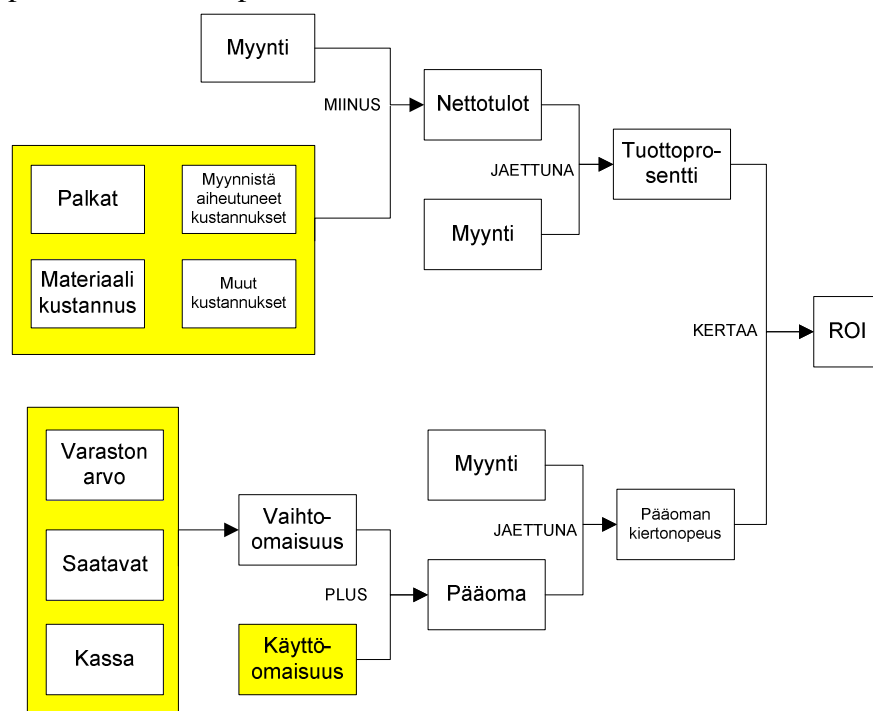
## 5 MATERIAALIN HALLINTA

Teollisuudessa käytetyt määritelmät materiaalien hallintaan ovat muuttuneet ajan myötä. Nykyään aihetta käsittelevissä oppikirjoissa voidaan huomata seuraavanlainen laaja määrittely aiheeseen liittyen: Logistiikka eli materiaalihallinto on tavaran hankintaan, tuotantoon, ja jakeluun liittyvä strategisesti johdettu materiaali-, tieto- ja pääomaavirtojen integroitu prosessi, jonka päämääränä on parantaa yrityksen tuottoa oikeansuuntaisilla strategisilla valinnoilla, kehittämällä asiakkaalle lisäarvoa ja -hyötyjä, parantamalla materiaalitoimintojen kustannustehokkuutta sekä lisäämällä kierrätystä. Lyhyemmän määritelmän mukaan materiaalin hallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa [24]. Teollisuusyrityksen toiminnasta riippuen yrityksen logistiikkaan liittyvät asiat voivat vaihdella paljon. Tuotantolaitoksen kunnossapitoon liittyvä materiaalilogistiikka sisältää seuraavat asiat:

- Materiaalitarpeen ennustaminen ja määrittely.
- Hankintatoiminta, joka sisältää materiaaliostot.
- Varastotoiminta.
- Myyntitoiminta, jos kyseessä on kunnossapitopalvelua myyvä yritys.
- Tietojärjestelmien käytön edellyttämät tiedon ylläpitotoiminnot (nimikerekisteri, varaston perustiedot, toimittajarekisteri, ostohinnastot, asiakasrekisteri ja myyntihinnastot)
- Koneiden ja laitteiden osiin ja komponentteihin liittyvän nimiketiedon päivittäminen (nimikerekisteri, kunnossapitojärjestelmän laitekortit ja piirustusdokumentit) [4]

Yritystoimintaa pyritään arviomaan erilaisten mittareiden avulla. Niitä on useita ja samannimisiä mittareita voidaan laskea usealla eri tavalla. Materiaalin hallinta vaikuttaa koko yrityksen toimintaa kuvaaviin tunnuslukuihin. Käsitellään seuraavaksi yleisesti käytettyä tunnuslukua, joka kuvaa pääoman tuottoa. Se voidaan laskea usealla eri tavalla, joista seuraavaksi esitetään kaksi. Kuvassa 8 näkyy pääoman tuottoprosentin (ROI) muodostuminen yhden laskentatavan mukaan. Siitä nähdään, että materiaalin hallinnalla on merkittävä rooli tunnusluvun muodostumisessa. Materiaali- ja palkkakustannusten pienentäminen nostaa nettotuloja, joka edesauttaa pääoman tuottoprosentin suurentamista. Materiaalin hyvä hallinta on myös edellytys suuremman myynnin aikaan saamiseksi, jolloin tuottoprosentti kasvaa. Toisaalta taas toimintaan sitoutunut pääoma on pidettävä mahdollisimman pienenä, jolloin pääoman kiertonopeus kasvaa. Varastoon sitoutunut pääoma on merkittävä asia tunnusluvun muodostumisen kannalta. Materiaalin hallintaan

liittyvillä päätöksillä on mahdollista pienentää myös käyttöomaisuuden arvoa, esimerkiksi pienentämällä varistorakennusta, jolloin toimintaan sitoutunut pääoma pienenee ja pääoman kiertonopeus kasvaa. [20]



Kuva 8 Pääoman tuottoprosentin muodostuminen (ROI) [20]

Yritysten kansainvälistyminen ja rahoitustoiminnan laajentuminen yli rajojen on synnyttänyt tarpeen esittää yritysten tilinpäätökset eri maissa yhdenmukaisella, mahdollisimman vertailukelpoisella tavalla. Tietojen vertailtavuus on erityisen tärkeää sijoittajille pääomien liikkua vapaasti maasta toiseen. Euroopan Unioni teki kesäkuussa 2002 päätöksen ottaa IAS-normit (International Accounting Standards) pohjaksi yhtenäiselle konsernien tilinpäätöstietojen raportointitavalle. Suomalaiset julkisesti noteeratut osakeyhtiöt ovat vuodesta 2005 alkaen laatineet konsernitilinpäätöksensä IAS / IFRS-standardien (International Financial Reporting Standards) mukaisesti. Vuodesta 2007 lähtien on edellytetty IFRS-tilinpäätöstä myös niiltä yhtiöiltä, joiden joukkovelkakirjat ovat julkisen kaupankäynnin kohteena. IFRS-standardissa on mainittu pääoman tuottoon liittyviä tunnuslukuja. Sijoitetun pääoman tuottoprosentin muodostuminen on esitetty yhtälössä kaksi. [22]

$$\text{Sijoitetun pääoman tuotto-\%} = \frac{\text{Nettotulos} + \text{rahoituskulut} + \text{verot (12 kk)}}{\text{Oikaistu oma pääoma} + \text{korollinen vieras pääoma}} \times 100 \quad (2)$$

Kunnossapitotoiminnan materiaalogistiikkaa pidetään yleisen logistiikan erityismuotona. Luetellaan seuraavaksi kunnossapitotoiminnan materiaalogistiikan erityispiirteisiin kuuluvia asioita. Materiaaleihin liittyy korkea palvelutaso, koska materiaali puutteesta voi koitua merkittävät kustannukset. Varaosien kysyntää on vaikea ennustaa, koska kysyntä voi vaihdella satunnaisesti. Varaosien hinta voi olla suuri ja osien saatavuus



vaikeaa. Toisaalta taas välivarastointia pyritään pienentämään koko toimitusketjussa, jolloin ennustettavuuden merkitys kasvaa. Nämä asiat aiheuttavat suuren merkityksen kunnossapidon materiaalilogistiikan toimivuudelle. [11]

Materiaalilogistiikan toiminnot aiheuttavat erilaisia kustannuksia ja varastoitaviin materiaaleihin sitoutuu pääomaa. Näin sitoutunutta pääomaa ei voida sijoittaa yrityksen muuhun tuottavaan toimintaan, jolloin pääomalle voidaan arvioida vaihtoehtokustannus. Tuotantolaitoksen kunnossapidon näkökulmasta voidaan huomata materiaalilogistiikan aiheuttavan erilaisia kustannuksia, eikä toiminta aiheuta suoraan tuottoja. Toiminnan tuotot muodostuvat tuotantolaitteiden toimivuuden kautta, kun asiakas lopuksi ostaa tuotantolaitteilla tuotetut tuotteet. Kunnossapidon toimintaa voidaan mitata erilaisin menetelmin, kuten tuotantolaitteiden teknisen käytettävyyden ja tuotantokoneiden kokonaistehokkuuden kautta. Toiminnan kustannusten ja tuottojen välinen päätöksenteko on kunnossapidon materiaalilogistiikan näkökulmasta vaikeaa ja yksi mahdollisuus on peilata kustannuksia materiaalilogistiikan toiminnan toimimattomuudesta aiheutettuun menetettyyn tuotannon arvoon. Toisaalta taas tehokkaan toiminnan edellytyksenä on kustannustehokkuus ja tuotantolaitteiden toimiessa menetettyä tuotannon arvoa ei voida määrittää. Tämä asettaa mm. tuotantolaitteiden ennakkohuoltoihin liittyvään päätöksentekoon haasteita.

## 5.1 Hankintatoimi

Hankintatoimi vastaa yrityksen materiaalien hankinnasta sekä hankintaan liittyvien toimintojen organisoinnista. Hankintatoimen tehtävänä on myös seurata materiaalien hintojen ja hankintakanavien kehitystä sekä hankkia tietoja materiaalien teknisestä kehityksestä. Hankintatoimen keskeisinä tavoitteina ovat hankintojen kustannusten minimointi sekä toiminnan häiriöttömyyden varmistaminen. Materiaalien laatu ja toimitusten täsmällisyys ovat tärkeitä yrityksen toiminnan häiriöttömän toiminnan kannalta. Hankintahinnaltaan edullisin materiaali ei ole välttämättä kokonaistaloudellisin vaihtoehto. [24]

### 5.1.1 Toimittajat

Toimittajien hallinnasta löytyy paljon kirjallisuutta ja toimittajiin liittyviä asioita voidaan tarkastella useista eri näkökulmista. Seuraavaksi käsitellään vain muutamaa tärkeää asiaa toimittajiin liittyen, jotka ovat toimittajien lukumäärä, toimittajan ja asiakkaan välinen yhteistyö sekä toimittajat teollisuudessa. Toimittajien lukumäärän valinta vaikuttaa koko toimitusketjun rakenteeseen ja asiakkaan tilanne muuttuu sen myötä. Hyöty- ja haittanäkökulmia voidaan löytää useita yhden sekä usean toimittajan tapauksessa. Toimittajien lukumäärään liittyviä asioita tulee punnita aina tilannekohtaisesti. Argumentit yhden toimittajan puolesta ovat seuraavia:

- Toimittajan sitoutuminen asiakkaaseen ja mahdollinen pitkäaikainen sopimus toimittajan ja asiakkaan välillä.

- Toimittaja voi olla patentin omistaja, jolloin se voi olla ainoa vaihtoehto korvaavan tuotteen puuttuessa markkinoilta.
- Toimittaja voi olla ylivertainen muihin toimittajiin nähden laadun, palvelun tai arvon suhteen.
- Tilaus voi olla niin pieni, ettei kannata miettiä muita toimittajia.
- Ostojen keskittäminen yhdelle toimittajalle voi alentaa hintoja neuvoteltujen alennusten muodossa.
- Ainoa toimittaja on halukkaampi yhteistyöhön ja kiinnostuneempi asiakkaasta.
- Toimittajalta tilattuun tuotteeseen voi kuulua muita palveluita tai tuotteita, jolloin niiden tilaaminen muilta voi tulla kalliiksi.
- Toimitukset on yksinkertaista aikatauluttaa.
- JIT tai vastaava toiminta on helppo toteuttaa yhden toimittajan tapauksessa.
- Toimittajayhteistyö vaatii resursseja ja aikaa, joten mitä vähemmän toimittajia sen parempi.

Toisaalta taas voidaan löytää useita argumentteja useiden toimittajien valitsemiseksi, joita on listattu seuraavaksi:

- Perinteisesti on totuttu pitämään useita toimittajia, varsinkin tärkeiden tuotteiden osalta.
- Toimittajalle voidaan luoda painetta kilpailutilanteen kautta hinta-, laatu- ja palvelukysymyksiin. Kilpailutilanne syntyy, kun toimittaja saadaan tietoiseksi muista toimittajavaihtoehdoista.
- Toimitusvarmuus paranee useamman eri toimittajan myötä.
- Osto-organisaatio kehittää ainutlaatuisen tavan hallita useita toimittajia.
- Useiden toimittajien valinta vähentää riippuvuutta yhdestä toimittajasta.
- Joustavuuden kasvattaminen, joka voi esiintyä toimittajien käyttämättömän kapasiteetin kautta.
- Mahdollisuus järjestelyihin, missä toinen toimittaja on toisen varalla.
- Strategiset syyt voivat johtaa usean toimittajan tilanteeseen, kuten toimitusvarmuuden turvaaminen.
- Laki ja säädökset voivat määrätä käytettäväksi useita toimittajia.
- Mahdolliset uudet toimittajat voivat yrittää saada asiakkaan vakuuttuneeksi omasta toiminnastaan erikoistarjouksin.
- Suuri volatilitetti voi muodostaa liian suuren riskin, jota voidaan pienentää hankkimalla useita toimittajia. [21]

Koko toimitusketjuun liittyvien tietojen saaminen koko toimitusketjussa toimivien osapuolten käyttöön mahdollistaa toiminnan kehittämisen usean eri osapuolen eduksi tai

haitaksi. Tämän vuoksi toimitusketju voi muuttua nopeastikin, jolloin aktiivinen yhteistyö toimittajien kanssa korostuu. Sen takia seuraavaksi käsitellään Burtin ja muiden luoman kirjan mukaisesti yhteistyötä toimittajien kanssa. Lähtökohtana on toimittajan ja asiakkaan sitoutuminen yhteistyöhön, jonka tulee olla hyödyksi molemmille osapuolille. Yhteistyö vaatii sitoutumista, joka taas voi vaatia työtä toisen osapuolen kouluttamiseksi. Sitoutuminen voi vaatia myös omien tietojen lisäämistä toisen osapuolen toiminnasta, jolloin avautuu mahdollisuus toiminnan kehittämiseksi. Yhteistyö vaatii jatkuvaa ja laadukasta kommunikaatiota toimijoiden välillä. Osapuolten tulee olla tietoisia muutoksista, jolloin kaikki voivat sitoutua niihin. Yhteistyö toimittajan ja asiakkaan välillä vaatii mittaamista. Toiminnan mittaaminen mahdollistaa kannattavan toiminnan jokaiselle osapuolelle. Kannattavan toiminnan edellytyksenä on kustannustietoisuus, jonka pohjalta on mahdollista hinnoitella tuotteet kaikkien toimitusketjussa toimivien toimijoiden hyödyksi eri toimitusketjun vaiheissa. Yhteistyö vaatii luottamusta osapuolten välillä. Arkaluonteisten tietojen jakaminen toimitusketjussa toimiville osapuolille ei onnistu ennen kuin on syntynyt luottamus tietojen oikeasta käytöstä toimitusketjun osapuolten hyödyksi. [20]

Teollisuuden kunnossapidon toimitusverkosto koostuu useasta eri toimittajasta. Toimittajana voi olla materiaalin valmistaja, esimerkiksi ulkomainen laitevalmistaja. Usein materiaalit kuitenkin kulkevat usean eri yrityksen läpi, jolloin puhutaan jakeluketjusta. Toimittajana voi olla myös jakeluketjuun kuuluva maahantuoja. Maahantuojan tehtäviin kuuluvat seuraavaksi lueteltuja asioita: edustamiensa tuotteiden teknisten tietojen ja käyttökohteiden hallinta, maan vaatiman materiaalityönteiden tiedostaminen, lainsäädännön astettamien rajojen tunteminen sekä maahantuotiin liittyvien käytännön asioiden ja määräysten oikea hoitaminen. Toimittajana voi olla myös tukkuri, jolla on laaja jakeluverkosto. Tukkuri edustaa tiettyä laajaa tuotekokonaisuutta, joihin kuuluu useiden valmistajien ja maahantuojien tuotteita. Tukkurin tehtävänä on liittää yhteen useita eri toimitusketjuja ja sitä kautta tehostaa kokonaislogistiikkaa. Paikalliset teknisen materiaalin lähimyyntiliikkeet toimivat usein alueellisesti lähellä asiakkaitaan. Näin lähimyyntiliike voi toimia myös toimittajana. [4]

### 5.1.2 Ostot

#### *Valmistaako tuotteen itse vai ostaako sen toimittajalta?*

Ostotoiminnassa voi tulla eteen tilanne, missä tuote on mahdollista valmistaa itse. Silloin päätöksentekoon kahden vaihtoehdon välillä vaikuttaa usea eri aspekti. Seuraavassa on listattu syitä, jotka voivat johtaa päätökseen tuotteen valmistamiseksi itse:

- Tilausmäärä on liian pieni tai toimittaja ei ole kiinnostunut toimittamaan tuotetta.
- Laatuvaatimukset ovat liian suuria toimittajalle, eikä se pysty vastaamaan niihin.

- Suurempi toimitusvarmuus tai helpompi koordinointi kysyntään nähden, kuin ostettaessa tuote toimittajalta.
- Teknologisten salaisuuksien varjeleminen.
- Matalampien kustannusten tavoitteleminen.
- Omien resurssien hyödyntäminen mm. koneet ja työvoima.
- Oman tasaisen toiminnan varmistaminen, toimittaja voi vastata kysyntäpiikkeihin.
- Yhden toimittajan tilanteen välttäminen. Eli tehdään tuote itse, jos markkinoilla on vain yksi potentiaalinen tuotteen toimittaja.
- Kilpailulliset-, poliittiset-, sosiaaliset- tai ympäristösyöt voivat pakottaa organisaation tuottamaan itse, vaikka muuten se ostaisi tuotteen toimittajalta.
- Emotionaalinen syy valmistaa itse, joka voi olla myös johdon kunnia-asia. [21]

Usein vaihtoehtona ei ole valmistaa tuotetta itse, vaan se on ostettava toimittajalta.

Seuraaksi on listattu syitä tuotteen ostamiseksi toimittajalta:

- Organisaatiolta puuttuu teknologinen tai hallinnollinen osaaminen tuotteen valmistamiseksi.
- Liiallinen tuotanto voi johtaa tuotteiden myyntiin, joka voi haitata toimittajasuhteita kilpailutilanteen muodostumisen kautta.
- Ostettavan komponentin markkina-arvo voi edesauttaa lopputuotteen myyntiä.
- Haaste ylläpitää teknologinen ja taloudellinen kannattavuus oman ydintoiminnan ulkopuolisessa toiminnassa.
- Tulevien kustannusten arviointi on vaikeaa valmistuspäätöksen tekohetkellä.
- Joustavuuden lisääminen useampien toimittajien ja korvaavien tuotteiden myötä.
- Ydintoiminta osataan tehdä tehokkaasti ja muiden ydintoiminta voi olla tarvittavan tuotteen toimittaminen, jolloin koko ketju voi toimia mahdollisimman tehokkaasti.
- Ylivertainen ostotoiminta. [21]

### ***Ostoprosessi***

Ostoprosessi on yleensä kuvan 9 mukainen. Toiset tuotteet voivat mennä prosessin läpi automaattisesti järjestelmien avulla, kun taas toiset tuotteet voivat aiheuttaa suuren työmäärän ostotoimintaan. Prosessi voidaan jakaa karkeasti seitsemään eri vaiheeseen. Ensimmäiseksi tulee varmistaa lähtötietojen oikeellisuus. Tuotteiden käyttö aiheuttaa tarpeen ostoon, minkä takia varastosaldo ja kysyntätiedot tulee olla oikein sekä tarkkoja. Lähtötietojen jälkeen järjestelmän tulee huomata, mitä milloinkin tarvitaan. Ilman jär-

jestelmän apua tietojen hallinta vie paljon aikaa. Järjestelmän mukainen ilmoitus tarvittavasta tuotteesta voi johtaa manuaaliseen tilanteen arviointiin, minkä jälkeen käynnistään vaadittavat toiminnot. Tilauksen tekeminen voi viedä paljon aikaa monimutkaisten tuotteiden osalta, kun taas yksinkertaiset perustuotteet voidaan tilata nopeasti. Usein kiireelliset varaosat on tärkeä saada tilattua nopeasti, joten niiden kohdalla voi olla eri käytäntö organisaatiossa, kuin muiden tilausten kanssa. Kalliiden tuotteiden tilaus voidaan joutua hyväksyttämään organisaation korkeammalla tasolla, koska tilaukseen sitounut pääoma voi vaikuttaa koko liiketoimintaan. Tilauksen teon jälkeen tilaus lähetetään toimittajalle esimerkiksi faxilla. Lopuksi toimittajan on varmistuttava, että kaikki heidän tarvitsemansa tiedot oikean tuotteen toimittamiseksi on tilauksessa mukana. Modernissa järjestelmässä tilaajan ja toimittajan tietojärjestelmät ovat yhteensopivia tilausten osalta keskenään, joka suoraviivaistaa ja helpottaa toimintaa. [14]



Kuva 9 Ostoprosessi

### *Ostojen tyypit*

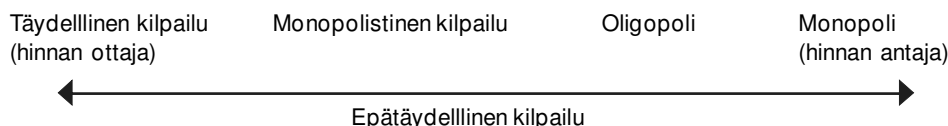
Ostot voidaan jakaa seitsemään yleiseen kategoriaan, jotka ovat:

1. *Raaka-aineet.* Raaka-aineen hinnan muutoksen trendikäyrä markkinoilla on jopa merkittävämpi asia kuin itse raaka-aineen hinta. Trendikäyrän avulla pyritään ajoittamaan ostot oikein.
2. *Spesiaalit tuotteet.* Tuotteeeseen kuuluu laaja valikoima erilaisia osia tai materiaaleja. Tuotteen saatavuus voi olla heikko, jolloin kysymykseen voi tulla tuotteen oma valmistus mahdollisuuden mukaan. Tuotteen erikoisuuden takia sen hinta voi muodostua korkeaksi, toimitusaika pitkäksi ja toimittajien löytäminen haastavaksi.
3. *Standardit tuotteet.* Liukuhihnatuotteet, joiden hinta pysyy suhteellisen tasaisena ja toimittajien löytäminen on helppoa. Tämän ryhmän tuotteet muodostavat usein suuren joukon ja myös lukumääräinen ja rahallinen vuosimäärä muodostuu usein suureksi. Sen takia tämän ryhmän tuotteita ei tule unohtaa järjestelmän automaattiseen käsittelyyn.
4. *Pienen arvon omaavat tuotteet.* Tuotteen suhteellinen hinta on pieni, jolloin sen hinnan tarkka analyysi on tarpeeton. Ryhmän tuotteisiin kuuluu usein huollon vaatimat korjaustarvikkeet ja osa varaosista. Usein näiden tuotteiden toimittaja on paikallinen ja hinta muodostuu aina vallitsevan tilanteen mukaan.
5. *Suuren arvon omaavat tuotteet.* Nämä tuotteet vaativat tarkan hinta-analyysin ja mahdollisen neuvottelun toimittajan kanssa. Ryhmään kuuluu mm. investointeihin luettavat koneet, laitteet ja konstruktiot.
6. *Palvelut.* Ryhmään kuuluu laaja valikoima erilaisia palveluita esimerkiksi maiononta ja konsultointi.

7. *Jälleenmyyntituotteet.* Ryhmään kuuluvat tuotteet, jotka on tarkoitus myydä eteenpäin. Teollisuusyrityksen näkökulmasta ryhmä ei ole merkittävä, mutta koko toimitusketjun toiminnan ymmärtämisen kannalta se on. Toisaalta yritys voi myydä brändättyä tuotettaan valmistuksen ulkoistamisen jälkeen, jolloin se voidaan luokitella jälleenmyyntituotteeksi. [21]

### ***Kilpailun merkitys ostoihin***

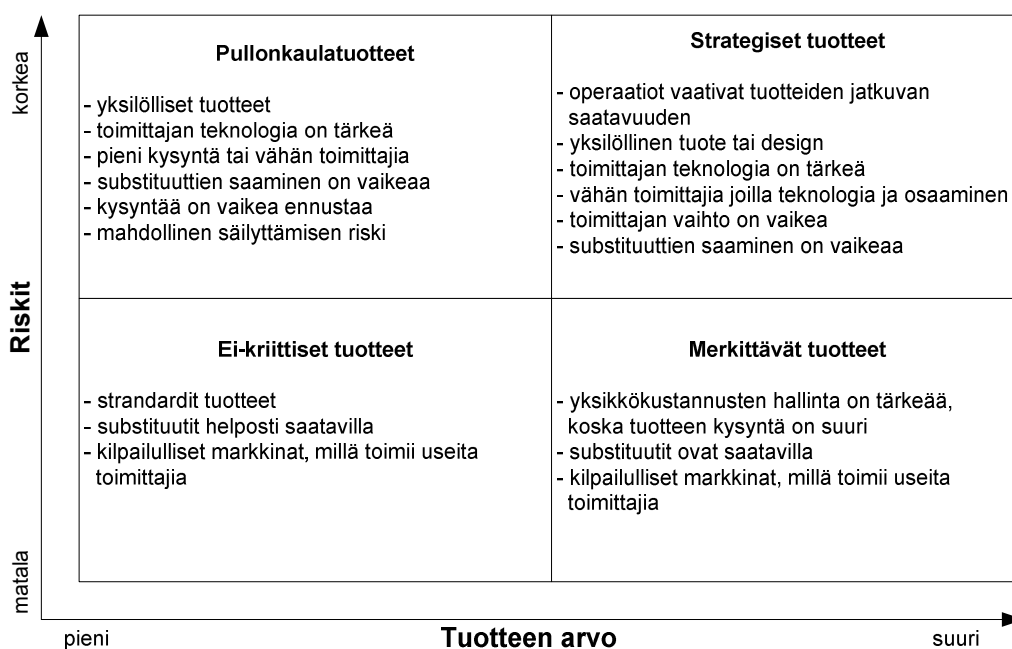
Tuotteiden hinnan muodostumiseen vaikuttaa useat eri asiat. Markkinoilla olevan kilpailutilanteen luonne on yksi merkittävä asia hinnan muodostumisessa. Ostojen näkökulmasta katsottuna, ostajien lukumäärää voi olla vaikea havaita, kun taas myyjät ovat usein helposti löydettävissä. Siksi seuraavaksi tarkastellaan vain tilanteita, missä ostajia on monta. Markkinoiden luonnetta tarkasteltaessa voidaan kuitenkin löytää tilanteita, missä ostajien lukumäärä vaikuttaa vallitsevaan tilanteeseen ja sen myötä kilpailutilanteiden nimityksiin eri tavoin. Kuvaan 10 on kuvattu kilpailun kolme perustyyppiä myyjien lukumäärän mukaan, jotka ovat täydellinen kilpailu, epätäydellinen kilpailu ja monopolipoli. Epätäydellinen kilpailu voidaan jakaa vielä monopolistiseen kilpailuun ja oligopoliiin. Täydellisen kilpailun tilanteessa markkinoiden kysyntä ja tarjonta määräävät tuotteen hinnan, eivätkä yksittäiset toimijat määrää tuotteen hintaa markkinoilla. Täydellinen kilpailu voi syntyä vain, kun markkinoilla on monta myyjää ja ostajaa. Myös myyjien tarjoamien tuotteiden tulee olla keskenään samoja ja ostajilla tulee olla täydellinen tieto markkinoista. Toisessa ääripäässä on monopolipoli, jolloin markkinoilla on vain yksi tuotteen myyjä. Tässä tapauksessa myyjä voi määrittää tuotteen hinnan (hinnan antaja) ja pyrkii vaikuttamaan sen avulla oman etunsa mukaisesti tuotteen kysyntään ja tarjontaan. Täydellisen kilpailun ja monopolin välissä on epätäydellinen kilpailu. Oligopolissa markkinoilla on vain muutama myyjä, jotka usein tuottavat vain suhteellisen vähän eri tuotteita. Toinen epätäydellisen kilpailun muoto on monopolistinen kilpailu. Siinä markkinoilla toimii useita myyjiä, joiden tuotteet ovat usein differoituja eli poikkeavat jollain tavalla toisistaan. Tuotedifferointi on kilpailukeino, millä pyritään vaikuttamaan tietyn asiakaskohderyhmän preferensseihin. Heterogeenisen asiakaskunnan takia monopolistinen kilpailu eroaa täydellisen kilpailun tilanteesta, missä ei ole tuotedifferointia. [20]



**Kuva 10 Kilpailun kategoriat [20]**

## Portfolioanalyysi

Toimittajiin ja heidän tarjontaan liittyy asiakkaan näkökulmasta aina riskejä. Koko toimitusketjuun liittyviä riskejä on usein vaikea huomata, mutta niiden arvioiminen on aina mahdollista. Toimituksiin liittyvän tavoitellun riskitason tulee sopia yrityksen strategiseen riskiprofiiliin. Yleisesti voidaan ajatella riskin muodostuvan suureksi, jos toimitaan tuntemattomien toimittajien, materiaalien, laitteiden ja osien kanssa. Myös suuret ostosummat korottavat yleisesti riskiä. Tuotteiden ostoon liittyviä riskejä voidaan analysoida sijoittamalla ostettavat tuotteet kuvan 11 mukaiseen portfoliomatriisiin. Tuotteelle on neljä eri kategoriavaihtoehtoa, toimituksen riskin, tuotteen arvon ja tuotteeseen liittyvien ominaisuuksien mukaan. Analyysin jälkeen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä jatkotoimenpiteinä tehtävien päätösten tukena tuotteiden ostoon liittyen. [21]



Kuva 11 Portfoliomatriisi [21]

## 5.2 Varastointi

### 5.2.1 Palvelutaso

Varaston palvelutaso kuvaa varaston kykyä vastata asiakkaan kysyntään toimittamalla nimike varastosta. Palvelutasoa voidaan mitata usealla eri perusteella esimerkiksi tuotteiden lukumäärän, rahamäärän, tapahtumien tai tilauksien perusteella. Usein varaston palvelutaso tarkoittaa varastosta toimitettujen tilausten prosentuaalista osuutta kaikista varaston tilauksista esimerkiksi nimikkeittäin laskettuna. Palvelutason käyttö varaston ohjauksessa voi tulla kysymykseen, kun ei tiedetä nimikkeen puutekustannusta. Tällöin palvelutason kautta voidaan määrittää nimikkeen varaston täydennystilauspiste. [9]

Palvelutaso on 100 %, kun asiakkaan jokainen tilaus voidaan toimittaa varastosta. Kaikki alle 100 %:n tarkoittaa palvelutason alitusta tai nimikkeen loppumista varastosta.

Palvelutaso koostuu siis varaston toiminnasta ja nimikkeeseen liittyvästä toimituksesta. Tietyn palvelutason ylläpitäminen on haastavaa ja usein tietyn palvelutason varmistaminen on kallista. Palvelutason lähentyessä 100 %, pääoman sitoutuminen varmuusvarastoihin kasvaa merkittävästi. Sen takia ei ole taloudellisesti kannattavaa pyrkiä toimitamaan jokaista tilausta varastosta, vaan hyväksytään tietty määrä puutoksia tilausten toimituksissa. Taloudellinen aspekti ei ole aina merkittävin kriteeri varaston ohjauksessa ja muiden kriteerien vallitessa voidaan joutua pitämään yllä 100 %:n palvelutaso. Tällöin varaston ohjauksessa tulee huomioida muut vaihtoehtoiset ohjaustavat, kuin tiettyyn palvelutasoon perustuva ohjaustapa. [9]

## 5.2.2 Varastointikustannukset

Varastoon liittyvät kustannukset ovat seurausta varaston toiminnasta. Kustannusten syntyminen ja niiden suuruus otetaan huomioon varaston hallintaan liittyvässä päätöksenteossa. Sen takia useiden erilaisten kustannusten syntyminen tulee tiedostaa. Kustannukset voivat muuttaa muotoaan ajan myötä, joten tietojen ajoittainen päivittäminen on tarpeellista. Varastointiin liittyvät kustannukset voidaan jakaa neljään kategoriaan, jotka ovat osto-, tilaus- / asetus-, varasto- ja puutekustannukset. [9]

### 1. Ostokustannukset

Tuote voidaan ostaa toimittajalta varastoon tai valmistaa itse. Kummassakin tapauksessa kustannuksia syntyy, jotka voidaan lukea varastointiin liittyviksi kustannuksiksi. Tuotteen osto toimittajalta aiheuttaa useita eri kustannuksia, joista luokitellaan kuuluvaksi tähän ryhmään vain tuotteen ostohinta ja kuljetuskustannukset. Tuotteen valmistaminen itse varastoon aiheuttaa kustannuksiksi suorat työ-, materiaali- ja tehtaan yleislisäkustannukset tuotteen valmistamiseksi.

### 2. Tilaus- / asetuskustannukset

Tilaukskustannukset syntyvät ostettaessa tuote toimittajalta. Kustannuksia syntyy toiminnasta, joita ovat: tarjouspyyntöjen teko, toimittaja-analyysit, tavaran vastaanotto ja tarkastus, lisätilausten teko sekä muu byrokraattinen toiminta tuotteen saamiseksi varastoon. Asetuskustannukset syntyvät tuotteen valmistamisesta. Kustannukset syntyvät tuotteen valmistuksen vaatimasta toiminnasta, mihin kuuluu: tilauksen teko tuotantoon, tuotannon aikataulutus, asetusten luonti sekä tarkastus ja laadunvalvonta.

### 3. Varastokustannukset

Varastokustannukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat varastoihin sitoutuneen pääoman kustannus ja itse varastosta aiheutuvat toimintakustannukset. Pääomakustannus on seuraus yrityksen tavaramäärien arvosta. Tavaroihin sitoutuu pääomaa, joka on pois yrityksen muista tuottavista investointi vaihtoehtoista. Kustannus voidaan määrittää sen takia vaihtoehtoiskustannuksena. Varastoon sitoutuneen pääoman ollessa velkaa, siihen liittyy korko- ja muut kustannukset. Toimintakustannukset syntyvät useista eri asioista. Säilytystilakustannuksiin sisältyvät kaikki tavaran alkuperäisessä kunnossa säilyttävästä toiminnasta aiheutuvat kustannukset. Säilytettävä tavara määrää tilanteen vaati-



mukset. Kustannukset syntyvät mm. tilavuokrasta, energiamaksuista, vakuutuksista ja tavaran käsittelystä. Varastokustannuksiin luetaan myös tuotteen hävikki-, arvonalenemisesta ja pilaantumisesta johtuvat kustannukset. Tuotteen arvo voi laskea säilytysajan pitkittyessä esimerkiksi asiakkaiden preferenssien muutoksen myötä. Tuotteiden pilaantumisesta aiheutunut arvon aleneminen on tyypillistä ruoka-, valokuva- ja lääketuotteille. [6]

#### 4. Puutekustannukset

Ulkoiset puutekustannukset syntyvät, kun asiakkaalle ei pystytä toimittamaan tilausta. Se voi johtaa myynnin menetykseen sillä hetkellä tai tulevaisuudessa. Myös asiakkaan tilauksen toimitus myöhässä voi aiheuttaa kustannuksia. Tilaus voidaan joutua toimittamaan nopeammin kuin normaalisti, mikä aiheuttaa kustannuksia. Yrityksen sisäisen tilauksen toimittamattomuus synnyttää puutekustannuksen, joka aiheutuu muun toiminnan viivästymisestä esimerkiksi menetetyt tuotannon kautta. [9]

### 5.3 Nimikkeiden ohjaustavan valinta

Valmistavissa toimitusketjuissa tavoitteena on hyvän palvelutason ja tuotesaatavuuden aikaansaaminen mahdollisimman tehokkaasti kiertävien varastojen avulla. Varaosien taas kuuluukin olla varalla ja niitä on useimmiten tarkoituksenmukaista varastoida. Varaosien ja lopputuotteiden toimitusketjut eroavat toisistaan niin toimintaympäristöjen kuin tuoteominaisuuksienkin osalta. Kuvaan 12 on laadittu yhteenveto valmistavien ja jälkimarkkinoilla toimivien toimitusketjujen yleisistä eroista. Erojen takia valmistavien toimitusketjujen ohjausmallit saattavat johtaa huonoihin tuloksiin varaosien toimitusketjuissa. Erojen myötä on huomioitava erilaiset tavoitteiden asettelut eri tilanteissa. Tuotteiden kierron maksimointi ei voi olla varaosalogistiikan päätavoite. Hyvästä varaosalogistiikan hallinnasta tunnettujen yritysten toimitusketjuissa kiertojen keskiarvo onkin vain 0,87. [23]

	Valmistava toimitusketju	Jälkimarkkinatoimitusketju
Kysynnän luonne	Kysyntä ennustettavaa	Kysyntä arvaamatonta, usein hajanaista
Toimitusaika	Toimitusaika standardoitavissa	Toimitusaikavaatimukset erittäin kovat
Nimikemäärä	Rajallinen	15 – 20 kertaa suurempi
Tuoteportfolio	Usein aika homogeeninen	Aina heterogeeninen
Varastonhallinnan tavoite	Kiertonopeuden maksimointi	Varastonimikkeiden oikea positiointi
Suorituskykymittari	Täyttöaste (fill-rate)	Tuotesaatavuus (Uptime)
Varaston kierto	6 – 50	1 – 4

**Kuva 12 Valmistavan- ja varaosatoimitusketjun eroja [23]**

Nimikkeiden jako kolmeen luokkaan tapahtuu aina tapauskohtaisesti. Kriteerien valinta ja kriteerien painoarvo määrittävät nimikkeen sijainnin A-, B- tai C-luokassa. Yleinen periaate luokkien ohjauksessa on aina sama: A-luokan nimikkeet saavat korkeimman

huomion ja C-luokan nimikkeet matalimman. Nimikkeet jaetaan luokkiin erilaisten ohjaustapojen valinnan mahdollistamiseksi eri luokille. Jokaisen eri nimikkeen yksilöllinen ohjaustapa vaatii resursseja ja voi olla hidasta, eikä näin ole kustannustehokasta. Sen takia nimikkeet pyritään jakamaan luokkiin, jolloin ohjauksen vaatimat resurssit pystytään kohdistamaan mahdollisimman tehokkaasti. Taulukkoon 3 on listattu yleisesti eri ohjaustavat eri luokille. Tärkeimmät nimikkeet kuuluvat A-luokkaan, jonka ohjausaste on tiukka. Luokkaan kuuluu lukumääräisesti vähän nimikkeitä, joiden tulee olla tarvittaessa saatavilla nopeasti. A-luokka vaatii merkittävästi resursseja tarkan ohjauksen ja mahdollisesti suuren sitoutuneen pääoman takia, jolloin varastoitavien nimikkeiden lukumäärän lasku johtaa merkittävään investoinnin säästöön. C-luokan nimikkeiden varastonohjaus voidaan automatisoida, koska ne ovat usein suuren volyymin standardituotteita. Niiden tilaus voidaan toteuttaa tilaamalla nimikkeet harvoin suurissa erissä, jolloin saavutetaan kustannussäästöjä verrattuna useiden pienten tilausten tilanteeseen. [15]

**Taulukko 3 A-, B- ja C-luokan vertailu [15 s. 548]**

<b>Luokka</b>	<b>Ohjausaste</b>	<b>Dokumentit</b>	<b>Eräkoko</b>	<b>Tarkistusväli</b>	<b>Varmuusvarasto</b>
<b>A</b>	tiukka	tarkka ja täydellinen	pieni	jatkuva	pieni
<b>B</b>	keskiverto	hyvä	keskiverto	joskus	keskiverto
<b>C</b>	löysä	yksinkertaiset	suuri	harvoin	suuri

Floresin ja Whybarkin tekemässä tutkimuksessa tehtiin varastonimikkeiden ABC-luokitus usean kriteerin mukaan. Luokitus tehtiin nimikkeiden rahamääräisen käytön ja kriittisyyden mukaan. Luokituksen jälkeen luokat yhdistettiin, minkä jälkeen luokiksi saatiin AA, BB, CC ja DD. DD-luokkaan määritettiin ”kuolleet ja ei-varastoitavat tuotteet”, joille ei ollut tarkoitus muodostaa erillistä ohjaustapaa. Muille luokille määritettiin ohjaustavat, jotka näkyvät taulukossa 4. Nimikkeiden tilauksen eräkoot määritettiin pääosin taloudellisen eräkokoon (EOQ) -menetelmää käyttäen ja varmuusvarastot määritettiin nimikkeen kriittisyyden mukaan jokaiselle nimikkeelle erikseen. [16]

**Taulukko 4 AA-, BB- ja CC-luokkien ohjaustavat [16]**

	<b>AA</b>	<b>BB</b>	<b>CC</b>
<b>Tarkistusväli</b>	kuukausittain	6 kk:n välein	1 vuoden välein
<b>Tilauksen eräkoko</b>	pieni kalliille tuotteille	keskiverto	suuri
<b>Varmuusvarasto</b>	keskiverto kriittisille tuotteille	suuri kriittisille tuotteille	pieni tai ei ollenkaan
<b>Uuden luokituksen tarkistusväli</b>	6 kk:n välein	6 kk:n välein	1 vuoden välein

Luokituksen vaatima nimikkeiden tarkastelu johti usean nimikkeen luokan laskemiseen luokan C alapuolelle, koska nimikkeitä ei kannattanut varastoida itse. Eri ohjaustapojen valinnalla pyrittiin kohdentamaan henkilökunnan tarkistustyöresurssit luokkien vaatimalla tavalla. Eri luokkien eri ohjaustavoilla tavoiteltiin myös parempaa tarkkuutta ja

kehittyneiden ohjaustapojen avulla tavoiteltiin ajan ja kustannusten säästöjä. Luokittelun ja ohjaustapojen valinnan hyödyt näkyivät heti varaston pienenemisen myötä. Ohjaustapojen muodostamisessa asiaa tulee punnita usealta eri kannalta, esimerkiksi kuinka suuret ovat varastoinnin kustannukset suhteessa nimikkeen puutekustannuksiin. [16]

Huiskonen keskittyy tutkimuksessaan C-luokan tuotteisiin, koska A- ja B-luokat saavat yleensä vaatimansa huomion ja C-luokan tuotteet jäävät helposti analysoimatta. C-luokkaan kuuluu suuri määrä tuotteita, joiden kysynnän volyymi ei ole merkittävä. Silti joukossa voi olla toiminnan kannalta kriittisiä tuotteita. Sellaiset tuotteet tulee löytää joukosta, jonka jälkeen muiden tuotteiden osalta voidaan tehdä ohjaussuositus. Tuote voi kuulua C-luokkaan, mutta sitä voidaan tarvita A tai B-luokkaan kuuluvan tuotteen kanssa samaan aikaan. Sellaisen tuotteen ohjaustapa tulee olla A tai B-luokkaan kuuluvan tuotteen kanssa samanlainen. Mitättömän olinen C-luokan tuote voi olla tärkeä merkittävälle asiakkaalle, minkä vuoksi sen ohjaustavan tulee olla tiukempi kuin C-luokalla yleensä. [25]

Ohjaustavan valintaan vaikuttavat useat eri asiat, jotka liittyvät tarkasteltavaan tilanteeseen. Nimikkeiden prosessikriittisyys voi olla suuri, jolloin niiden tulee olla tarvittaessa nopeasti saatavilla. Niiden ohjaustavan tulee olla tiukka, kun taas matalan prosessikriittisyyden omaavat tuotteet voidaan tilata normaalin toimitusajan puitteissa ilman vakavia seurauksia. Matalan prosessikriittisyyden omaavien tuotteiden ohjaustavan valinnan pohtimiseen ei kannata käyttää paljon aikaa, koska ne voidaan hoitaa ”normaalin” ohjaustavan mukaisesti. Spesiaaleja tuotteita ei yleensä saa helposti tilattua toimittajilta hyllystä vaan ne valmistetaan tilaajaa varten. Niille on tyypillistä vaihteleva kysyntä, korkea hinta ja pitkä toimitusaika. Toimittajat eivät mielellään varastoi tällaisia tuotteita, joten käyttäjän on varastoitava sellaiset tuotteet itse tai hyväksyttävä pitkä toimitusaika. Spesiaalien tuotteiden tapauksessa toimitusaikaa on mahdollista yrittää lyhentää tekemällä toimittajan kanssa yhteistyötä. Siihen voi kuulua tuotteiden tarkkojen teknisten vaatimusten luovuttaminen etukäteen toimittajalle, jolloin valmistautuminen mahdolliseen tilaukseen helpottuu. Standardien tuotteiden toimittajia on yleensä markkinoilla useita, jolloin niiden saatavuus on helppoa ja toimitusaika lyhyt. Silloin strategisia ohjaustapavaihtoehtoja on useita. Standardien ja prosessikriittisten tuotteiden toimitusaika on lyhyt, mutta usein silti joudutaan pitämään pientä varmuusvarastoa saatavuuden turvaamiseksi. Standardeja ja matalan prosessikriittisyyden tuotteita voidaan tilata tarvittaessa antaen toimittajien varastoida tuotteet. Kalliiden ja keskitason prosessikriittisyyden omaavien tuotteiden ohjaustavan valintaa tulee harkita. Käyttäjälle on houkuttelevaa saada toimittaja varastoimaan nämä tuotteet taloudellisen näkökulman perusteella. Tämä tulee kyseeseen varsinkin matalan volyymin tuotteilla. Tällaisten tuotteiden kohdalla käyttäjän kannalta keskiverto toimitusaika voi olla tärkeä, jolloin tuote tulisi saada suhteellisen läheltä. Halpojen ja korkean kysynnän omaavien tuotteiden kohdalla tilauksen eräkoot voivat olla suuria ja tilaukset voivat peustua automaattiseen järjestelmään. Jois-

sakin tapauksissa toimittaja voi ottaa vastuun tuotteiden saatavuudesta, jolloin puhutaan toimittajan hallinnoimasta varastoinnista (VMI). [11]

## 6 TULOKSET

Materiaalihallinnan kehitystyön vaatimuksena on tuntea hyvin laitteiden ominaisuudet ja käyttötarkoitukset. Automaattisen maidon haihdutuslaitoksen jokaisella komponentilla on oma tehtävänsä prosessin toiminnan kannalta. Laitoksen toiminnan varmistaminen ja varautuminen vikatilanteisiin aiheuttaa painetta tuntea laitoksen toiminta ja siihen liittyvien komponenttien ominaisuudet. Laitteiden sekä komponenttien tunteminen ja niiden käytön ja kunnossapidon toimintojen ymmärtäminen mahdollistaa laitteiden sekä osien kriittisyysluokittelun eri kriteerien perusteella. Kriittisyysluokitus perustuu eri kriteerien pohjalta tehtyihin analyysihin. Analyysien perusteella tehdyn laitteiden kriittisyysluokittelun avulla laitteita voidaan hallinnoida joukoissa. Erilaisia joukkoja voidaan hallita eri tavalla esimerkiksi erilaisten varastointipäätösten avulla.

Laitteiden kriittisyysluokitukseen valittiin luokkien osalta luokat A, B ja C. Kriittisyysluokat muodostettiin neljän eri tason avulla ja jokaisen eri tason kriteerien analyysien perusteella saatiin laitteelle tason kriittisyyttä kuvaava lukuarvo. Työssä analysoitiin jälkiihaidutin yhteen kuuluvia laitteita, joita on yhteensä 40 kappaletta. ABC-luokittelun tueksi tehtiin kysyntään perustuva XYZ-luokittelu. Näiden luokittelujen avulla saatiin laitekohtaisia tietoja, joiden avulla voidaan luoda materiaalin hallintaan ohjaussuosituksia perustellusti.

Maidon haihdutuslaitokseen liittyvien laitteiden ja komponenttien toimintaa ja ominaisuuksia voidaan ymmärtää tekemällä erilaisia analyysijä. Tässä työssä valittiin Microsoft Excel -taulukkoon neljä eri tasoa, minkä perusteella saatiin jokaiselle laitteelle oma kriittisyysluku. Eri tasoilla käytettiin eri kriteereitä, joiden avulla analysoitiin laitteita. Tasoilla yksi ja kaksi on tarkasteltu laajoja kokonaisuuksia, joita on verrattu keskenään. Tasot kolme ja neljä keskittyvät vain jälkiihaidutin yhden sisältämien laitteiden analysointiin.

### 6.1 Taso 4, ohjauskriittisyys

Ohjauskriittisyyden merkitys laitteen kriittisyysluokittelun kannalta on oleellinen tuotantolaitteiden kunnossapidon näkökulmasta. Ohjauskriittisyysanalyysillä pyritään hahmottamaan laitteen toimittamiseen liittyviä asioita. Analyysi alkaa laitteen valmistamisesta ja päättyy, kun laite on saatettu asentajan saataville työmaalle. Laitteen ohjauskriittisyysanalyysissä kerättyä tietoa voidaan käyttää hyödyksi laitteen hallinnollisten päätösten tukena esimerkiksi varastointipäätöksiä tehtäessä. Ohjauskriittisyyden kriteerivaihtoehtoja on useita ja tässä työssä valittiin vain muutama tärkeäksi koettu kriteeri

ohjauskriittisyyden perusteiksi. Työssä ei otettu huomioon laitteen toimittamiseen liittyviä asioita tehtaan teknisen varaston tiloista työkohteeseen. Suurten laitteiden osalta se voi koitua merkittäväksi asiaksi.

Ohjauskriittisyysanalyysi tehtiin jälkihahdutin yhden osalta keräämällä ensin tekniset erittelyt jokaisen analysoitavan laitteen kohdalta. Sen jälkeen haastateltiin useiden kymmenien vuosien työkokemuksen omaavaa henkilöä Fazerin teknisessä varastossa. Hänen näkemyksensä mukaan luotiin Excel-taulukko laitteiden ohjauskriittisyyden perusteiksi, joka on nähtävissä liitteessä 4. Näkemyksessä ei yleisesti otettu huomioon korvaavien laitteiden saatavuutta muutamaa poikkeusta lukuunottamatta. Poikkeuksen muodostavat taulukossa mainitut instrumentit, joita on suhteellisen helppo löytää markkinoilta. Liitteessä 4 olevan taulukon tietojen perusteella laitteiden ohjauskriittisyyden kriteerit saivat numeroarvot, jotka näkyvät liitteen 6 taulukossa. Valitut kriteerit ja niiden numeroarvojen määräytymistä on tarkasteltu seuraavaksi jokaisen kriteerin osalta erikseen.

*Toimitusaika.* Toimittajan käyttämä aika tilauksen vastaanotosta tuotteen saapumiseen Fazerin tehtaan tekniseen varastoon. Jälkihahdutin yhden osalta aikaväliksi saatiin yksi vuorokausi – kaksi kuukautta. Taulukko on suuntaa antava näkemys, eikä tietoja ole vahvistettu toimittajilta. Pisteytys tehtiin seuraavalla tavalla: 1 piste: toimitusaika  $\leq$  1 viikko, 2 pistettä: 1 viikko  $<$  toimitusaika  $\leq$  1 kuukausi, 3 pistettä: toimitusaika  $>$  1 kuukausi.

*Varaosien saatavuus.* Tarkoittaa laitteiden huoltoihin tai korjauksiin vaadittujen varaosien saatavuutta. Saatavuuteen vaikuttaa ensinnäkin osien löytyminen markkinoilta ja toiseksi niiden toimitusaika. Useita jälkihahdutin yhteen liittyviä laitteita ei korjata viikaantumisen ilmetessä vaan ne vaihdetaan kokonaan uusiin. Toisaalta taas useita laitteita huolletaan säännöllisesti, esimerkiksi kaikki pumpput. Varaosien saatavuutta arvioitiin asteikolla: hyvä = 1 piste, keskinkertainen = 2 pistettä tai huono = 3 pistettä. Jos laitetta ei huolleta tai korjata, sen varaosakriittisyys on matala ja laite saa silloin pisteytyksessä luvun 1. Toisaalta taas laitteen vaatima huolto ja siihen liittyvien varaosien heikko saatavuus nostaa laitteen kriittisyyttä, jolloin pisteytykseksi tulee luku 3.

*Toimittajien lukumäärä.* Mitä useampi toimittaja on markkinoilla, sitä parempi on laitteiden saatavuus markkinoilta. Sen myötä laitteen saatavuus markkinoilta vaikuttaa laitteen ohjauskriittisyyden lukuarvoon käänteisesti. Laite ei siis ole niin kriittinen jos toimittajia on useita, kun taas yhden tai nollan toimittajan tapauksessa laitteen ohjauskriittisyyden lukuarvo on suuri. Ohjauskriittisyyden perusteet -taulukkoon merkittiin laitevalmistaja yhdeksi toimittajaksi, jos sen tiedettiin toimittavan laitteita. Esimerkiksi Alfa Laval on yksi tämän tyyppinen valmistaja. Taulukon pisteytys tapahtui seuraavalla tavalla: 0 tai 1 toimittaja = 3 pistettä, 2 toimittajaa = 2 pistettä ja useampi kuin 2 toimittajaa = 1 piste.

*Hinta.* Laitteen hinta toimituksineen. Jälkihaihdutin yhden osalta hintahaarukaksi muodostui 100 – 5000 €. Laitteiden hinnat perustuvat arvioon, eikä niitä ole varmistettu toimittajilta. Hintakriteerin ohjauskriittisyyteen vaikuttava pisteytys tehtiin seuraavalla tavalla: hinta  $\leq 500$  € = 1 piste,  $500$  € < hinta  $\leq 1500$  € = 2 pistettä ja hinta  $> 1500$  € = 3 pistettä.

## 6.2 Taso 3, prosessikriittisyys

Laitteen prosessikriittisyydellä pyritään hahmottamaan laitteen vikatilanteen seurauksia prosessin kannalta. Tämän tason analyysi tehtiin vain jälkihaihdutin yhteen kuuluvien laitteiden osalta. Laitteet pyrittiin arvottamaan valitsemalla analysoitavan kriteerin mukainen suurimman tai pienimmän luvun saanut laite ensin, minkä mukaan muut laitteet suhteutettiin siihen. Tuloksia voidaan siis verrata vain jälkihaihdutin yhteen kuuluvien laitteiden osalta keskenään. Liitteessä 7 on laitteiden prosessikriittisyyden muodostumisen perusteena oleva Excel-taulukko. Excel-taulukkoon valittiin seuraavat analysoinnin kriteerit:

*Työmääräinhistoria ja työmääräinten osuus kaikista maihan työmääräimistä.* Tässä kohtaa analysoitiin tietyn aikajakson aikana rekisteröityjä työmääräimiä. Niiden lukumäärä oli yhteensä 1497 kappaletta. Usean maidon haihdutuslaitokseen tehdystä työmääräimestä ei selvinnyt laitekohtaista sijaintia. Tämän vuoksi useiden laitteiden kohdalla on luku nolla, vaikka luultavasti laitteeseen on tehty huoltoja tai muita tarkastus- / korjaustöitä. Työmääräinhistorian tutkimisen voidaan ajatella olevan tässä kohtaa myös laitteen vikaantumistaajuuden selvittämistä.

*Vian turvallisuusvaikutus.* Jälkihaihdutin yhteen liittyvät laitteet aiheuttavat ihmisten turvallisuuteen suurin piirtein saman riskin. Tämä johtuu siitä, että maidon haihdutuslaitos on täysin automaattinen prosessi. Silloin ihmiset eivät ole välittömästi vaarassa laitteen vikaantumisen tapahtuessa. Vikojen ilmenemisen jälkeistä korjaustapahtumaa ja sen kiireellisyyteen liittyviä asioita ei otettu tässä analyysissä huomioon. Esimerkiksi kuuma höyry voi olla turvallisuusriski, kun vian korjaus aloitetaan nopeasti vian ilmenemisen jälkeen. Yleiset vaaraa aiheuttavat viat jälkihaihdutin yhden osalta ovat tulipalon alkamiseen ja sen mahdolliseen leviämiseen liittyviä. Nekin voidaan arvioida pieniksi, koska jälkihaihdutin yhden läheisyydessä on vain vähän palavaa materiaalia.

*Vian ympäristövaikutus.* Jälkihaihdutin yhteen liittyvien laitteiden vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristölle pienen haitallisen vaikutuksen. Se voi johtua öljyn pääsystä viemäriin. Öljyä käytetään vain vähän jälkihaihdutin yhteen liittyvissä laitteissa, eniten hydraulimootorissa (L5M2). Jälkihaihdutin yhden automaattisessa pesussa käytetään myrkyllisiä aineita. Niiden vuotaminen viemäriin voi aiheuttaa pienen ympäristöhaitan jokaisen laitteeseen tai putkistoon kohdistuneen vuodon osalta yhtä merkittävällä tavalla.

la. Viemäriin vuotanut pesuneste voidaan neutralisoida johtamalla viemäriin tapauksesta riippuen emäs- tai happopitoista ainetta.

*Vian syyn löytämisen vaikeus.* Vian syyn löytymistä voi vaikeuttaa esimerkiksi laitteen sijainti tai laitteen monimutkainen rakenne eli laitteen kompleksisuus. Laite on sitä kriittisempi prosessin ylläpidettävyyden kannalta, mitä vaikeampi siitä on löytää vian aiheutumisen syytä.

*Pullonkaula.* Prosessin toiminnan kannalta systeemissä voi olla laitteita, joiden vikaantuminen ei vaikuta paljoa prosessiin tai laite voidaan korvata heti tilapäisellä ratkaisulla. Silloin laitteen pullonkaula-analyysin luku muodostuu suhteellisesti pieneksi. Toisaalta systeemissä voi olla laitteita, joiden vikaantuminen haittaa merkittävästi prosessin toimintaa, jolloin niiden pullonkaula-analyysin luku muodostuu suhteellisesti suureksi.

*Tuotannon menetys.* Tuotannon menetyksen analyysissä huomioidaan laitteen vikaantumisen vaikutus ilman varaosien hankinta-aikaa, joka kuuluu ohjauskriittisyyteen. Tuotannon menetystä voidaan mitata usealla eri tavalla ja tässä on ajateltu laitteen vikaantumisesta johtuvan tuotannon menetystä / pilaantumista, kun vikaantuminen tapahtuu kesken tuotantoajon.

*Korjausaika.* Korjausajan analyysissä huomioidaan vain laitteen korjaukseen käytettävän työn osuus, koska materiaalien paikalle toimittaminen kuuluu ohjauskriittisyyteen.

*Vian mahdolliset lisävahingot.* Laitteen vikaantuminen aiheuttaa riskin myös muiden laitteiden vikaantumisesta. Esimerkiksi laitteen osan irtoaminen putkistoon rikkoo todennäköisesti pumpun siipipyörän. Laitteen vian mahdollinen lisävahinko -luku on sitä suurempi, mitä suuremman riskin laitteen vikaantuminen aiheuttaa muille järjestelmän osille.

*Kompleksisuus.* Laitteen kompleksisuus tarkoittaa laitteen koostumista useasta eri osasta, joiden vaikutus toisiinsa on vaikeasti selitettävissä. Myös laitteen haastava kuntoon saattaminen vikatilanteessa liittyy laitteen kompleksisuuteen. Mitä suurempi on laitteen kompleksisuuden lukuarvo, sitä monimutkaisemmasta laitteesta on kyse.

*Vaihdettavuus.* Laitteen vaihdettavuuden analyysissä huomioidaan laitteen sijainti, mahdollinen suuri massa ja muut kentällä laitteen vaihtoon liittyvät asiat. Laitteen vaihdettavuuden luku on sitä suurempi, mitä vaikeammin vaihdettavasta laitteesta on kyse.

## 6.3 Taso 2, maidon haihdutuslaitos

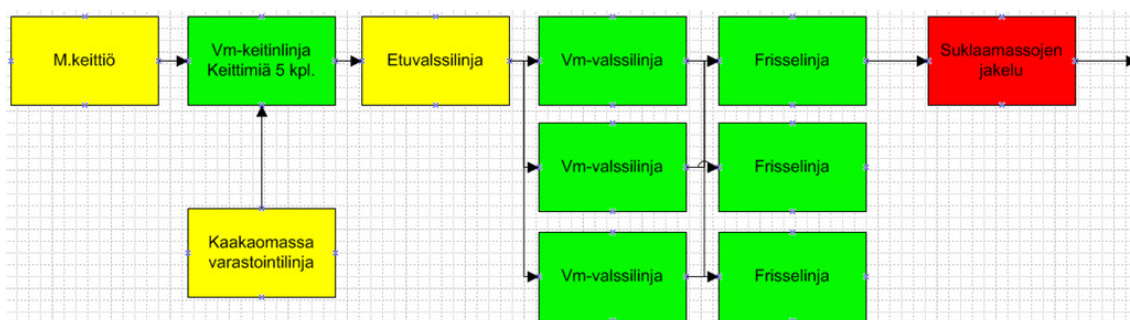
Kriittisyysluokituksen tasoon kaksi liittyvä taulukko on liitteen 8 yläosassa. Maidon haihdutuslaitos on jaettu seitsemään eri osa-alueeseen laitoksen käsittelyn ja toiminnan



ymmärtämisen helpottamiseksi. Osa-alueet ovat maidon vastaanotto, esihaihdutus, soke-  
rin annostelu, jälkiahidutus, kondenssimaidon varastointi, pesukeskus ja putkiporsas.  
Eri osa-alueisiin liittyvien laitteiden vikaantuminen aiheuttaa erilaiset seuraukset koko  
automaattisen maidon haihdutuslaitoksen toimintaan. Sen takia laitteen kriittisyyslu-  
kuun vaikuttaa laitteen sijainti koko maidon haihdutuslaitoksessa. Osa-alueiden kriitti-  
syyttä on arvioitu vertailemalla alueita toisiinsa nähden vain yhden kriteerin mukaan,  
joka on kondenssimaitotuotannon menetys. Tuotannon menetys nähdään tässä käyttä-  
mättömän kapasiteetin mukaan eli osa-alueella tapahtuva vikaantuminen aiheuttaa jat-  
kuvan tuotannon keskeytymisen ja sitä kautta mahdollisen tuotannon menetyksen. Jäl-  
kiahidutus on yksi laitoksen keskeisistä toiminnoista lopullisen tuotteen valmistukses-  
sa. Jälkiahidutuksessa on kuitenkin kaksi täysin samanlaista systeemiä rinnakkain,  
jolloin toisen systeemin vikaantuminen pudottaa tuotantokapasiteetin puoleen. Tämän  
takia kondenssimaitotuotannon menetys jälkiahidutuksen kohdalta on arvioitu arvoksi  
keskisuuri, asteikolla pieni (1), keskisuuri (2) ja suuri (3).

## 6.4 Taso 1, suklaan valmistus

Laitteen kriittisyyslukuun vaikuttaa laitteen sijainti koko suklaan valmistuksen proses-  
sissa. Kriittisyysluvun muodostuminen tason yksi perusteella on esitetty liitteen 8 ala-  
osassa. Suklaan valmistus on jaettu kuvan 13 mukaisiin osa-alueisiin. Maidon haihdu-  
tuslaitos on prosessin alkupäässä, joka näkyy kuvan 13 laatikossa M.keittiö-nimellä.  
Kriittisyysluokitus on tehty makeistehtaalla vuonna 2009.



Kuva 13 Suklaan valmistuksen osa-alueet.

Suklaan valmistuksen osa-alueiden jaon jälkeen, osa-alueet on luokiteltu kriittisyyden  
mukaan kolmeen eri luokkaan kuvan 14 mukaisesti. Kriittisyyden kriteeriksi on valittu  
vikaantumisen vaikutus tuotannon pysähtymiseen kuluvaan aikaan. Osa-alue on sitä  
kriittisempi, mitä nopeammin vikatilanteen sattuessa se vaikuttaa koko suklaan valmis-  
tuksen tuotannon pysähtymiseen. Kuvassa 13 nähdään M.keittiön olevan keltaisen väri-  
nen eli se on luokiteltu kriittisyyden B-luokkaan. Sen mukaan maidon haihdutuslaitok-  
sen toimimattomuus pysäyttää suklaan valmistuksen noin 2 - 8 tunnin kuluessa riippuen  
välivarastojen täyttöasteesta vikaantumisen hetkellä.



Kuva 14 Suklaan valmistuksen osa-alueiden kriittisyyden perusteet.

## 6.5 Laitteen kriittisyysluku

Jokaiselle analysoitavalle laitteelle muodostettiin kriittisyysluku eri analyysien perusteella. Kriittisyysluku pyrkii kuvaamaan laitteen kriittisyyttä koko suklaan valmistuksen toiminnan kannalta. Luku muodostettiin edellisten neljän tason analyysien perusteella ja siitä kertova taulukko on esitetty liitteessä 9. Analyysien tulokset koottiin Excel-tilukoon, minkä jälkeen määritettiin eri kertoimet eri tasoille. Lopuksi saadut tulokset yhdistettiin laitteittain yhdeksi kriittisyysluvuksi. Laitteet saivat eri tasoilla eri määrän pisteitä. Näin eri analyysien tulosten yhdistämisessä käytettiin painokertoimia suhteuttamaan tulokset muiden tulosten kanssa. Painokertoimien määrittämisen avulla eri tasojen voidaan painottaa eri tavalla toisiinsa nähden. Tasojen yksi ja kaksi painokertoimiksi määriteltiin 1.00, koska tasojen tulokset muodostuvat luvuista 1 – 3. Prosessikriittisyyden tason 3 tuloksiksi saatiin lukuarvot 9 – 19, jolloin painokertoimeksi valittiin 0.16. Näin kriittisyyslukuun prosessikriittisyyden tasosta 3 muodostui lukuarvot väliltä 1.44 – 3.04 ( $9 * 0.16 = 1.44$  ja  $19 * 0.16 = 3.04$ ). Ohjauskriittisyyden tason 4 lukuarvoiksi saatiin 5 – 10, jolloin painokertoimeksi määritettiin 0.33. Näin kriittisyyslukuun ohjauskriittisyyden tasosta 4 muodostui lukuarvot väliltä 1.65 – 3.3 ( $5 * 0.33 = 1.65$  ja  $10 * 0.33 = 3.3$ ). Kaikkien neljän tason painotetut lukuarvot laskettiin yhteen, jonka perusteella saatiin jälkihahdutin yhden jokaiselle laitteelle kriittisyysluku. Lukuarvot eri laitteille muodostuivat välille 5.44 – 10.25. Mitä suurempi kriittisyyden lukuarvo laitteella on, sitä kriittisempi se on suklaan valmistuksen kannalta.

## 6.6 Laitteen kriittisyysluokka

Kriittisyysluokkien avulla voidaan hallita useita eri laitteita, joiden kriittisyysluvut ovat erilaiset. Laitteet ryhmitellään eri luokkiin niiden kriittisyyslukujen perusteella. Laitteiden kriittisyysluokkia kuvaava taulukko on liitteessä 10. Luokiksi valittiin kolme eri luokkaa, jotka nimettiin kirjaimilla A, B ja C. Kriittisimmät laitteet ovat luokassa A ja pienimmän kriittisyysluvun omaavat laitteet luokassa C. Kriittisyysluokat muodostettiin seuraavalla tavalla. A-luokkaan ryhmiteltiin noin 10 % jälkihahdutin yhden kriittisimmistä laitteista. Ryhmä muodostui neljästä laitteesta. B-luokkaan ryhmiteltiin seuraavaksi kriittisimpiä laitteita, noin 20 % kaikista jälkihahdutin yhden laitteista. Ryhmä muodostui kahdeksasta laitteesta. C-luokkaan ryhmiteltiin vähiten kriittisimmät laitteet, joita olivat loput noin 70 % kaikista jälkihahdutin yhden laitteista. Ryhmä muodostui

28 kappaleesta laitteesta. Jälkihaihdutin yhden osalta kriittisyyden analyysi tehtiin siis yhteensä 40 laitteen osalta.

Kriittisyysluokkien muodostus tehtiin Excel-taulukkoon, mihin päivittyy automaattisesti kriittisyyslukujen muutokset. Kriittisyyslukujen muutoksen jälkeen kriittisyysluokka ei muodostu automaattisesti uusien lukujen perusteella vaan luokan muodostamiseksi on hyödynnetty Excelin macroa. Ohjelman yksi mukainen macro järjestää luvut suuruusjärjestykseen suurimmasta pienimpään.

```
Sub sorting()
    Range("H77:H116").Select
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 78
    ActiveWindow.ScrollRow = 73
    Range("N77").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveWorkbook.Worksheets("Laitteen kriittisyysluokka").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("Laitteen kriittisyysluokka").Sort.SortFields.Add _
        Key:=Range("N77"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlDescending, _
        DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("Laitteen kriittisyysluokka").Sort
        .SetRange Range("N77:N116")
        .Header = xlNo
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    ActiveWindow.ScrollColumn = 2
    ActiveWindow.ScrollColumn = 3
End Sub
```

**Ohjelma 1 Lukujen järjestäminen suurimmasta pienimpään.**

Macron avulla järjestettyä lukujen suuruusjärjestystä voidaan käyttää hyödyksi raja-arvojen muodostamisessa. Suurimmasta luvusta pienimpään lukuun olevasta järjestyksestä nähdään raja-arvot kriittisyysluokkien vaihtumisen kohdalla. Raja-arvojen avulla voidaan hyödyntää excelin kaava-ominaisuutta. Kaava numero kolme muodostaa kriittisyysluvun perusteella kriittisyysluokan kirjaimen.

=IF((H77>=\$N\$80);("A");IF(AND(\$N\$80>H77;H77>=\$N\$88);("B");IF(AND(\$N\$88>H77;H77>=\$N\$116);("C")))) (3)

## 6.7 Laitteiden kysyntään perustuva XYZ-luokittelu

Moniulotteisessa ABC-luokituksessa ei otettu huomioon jälkihaihduksen yhteen liittyvien laitteiden kysyntään liittyviä asioita. Kysyntä ja sen ennustaminen ovat merkittäviä asioita, jotka tulee ottaa huomioon mietittäessä materiaalien hallinnan ohjaussuosituksia. Kysyntään liittyvien analyysien sekä kysyntäennusteiden avulla pyritään keräämään tietoa tehtaan toiminnan ylläpitoon liittyvistä laitteista tällä hetkellä ja arvioimaan tulevaisuuden tilannetta.

XYZ-luokittelu tehtiin jälkihaihduksen yhteen liittyvien laitteiden osalta haastattelemalla tehtaan kunnossapidon ammatilaista. Näin saatiin tuotantolaitteiden kanssa useita vuosikymmeniä työskennelleen henkilön arvionti kysynnän perusteeksi. Näkemysten perusteella tehtiin liitteessä 11 oleva Excel-taulukko, minkä avulla määritettiin XYZ-luokka 40 jälkihaihduksen laitteelle. Luokituksen kriteereiksi valittiin työmääräinhistoria ja samojen laitteiden määrä tehtaassa. Työmääräinhistoria otettiin huomioon myös ABC-luokittelun prosessikriittisyyttä määritettäessä. XYZ-luokitteluun se otettiin mukaan, koska tarkempaa tietoa laitteiden tai niihin liittyvien osien käytöstä ei ollut saatavilla. Työmääräimiin liittyy usein materiaalia, jolloin laitekohtaisten työmääräinten lukumäärän voidaan ajatella heijastavan historiassa tapahtunutta kysyntää laitteisiin liittyen. Työt voivat pitää sisällään laitteiden huoltoihin liittyviä osien vaihtoa tai vikaantuneen laitteen vaihtoa kokonaan uuteen laitteeseen. Työmääräinten lukumäärään perustuva analyysi laitteiden kysyntään on epätarkka sekä vain hieman suuntaa antava epätarkan ja puutteellisen datan takia. Siksi sen painoarvo määritettiin pieneksi ja suurimman pistemäärän saanut laite sai vain 0.9 pistettä. Laitteen kysynnän määrittämisessä merkityksellinen komponentti on samojen laitteiden määrä tehtaassa. Ensin kartoitettiin lukumääräinen karkea arvio jokaiselle laitteelle. Sen jälkeen laitteille määritettiin yleisyyden perusteella pistemäärä asteikolla 1 – 3. Seuraavat esimerkit kuvaavat laitteiden yleisyyden määrittämiseen liittyvää problematiikkaa ja valittuja näkemyksiä:

- LKB- ja SRC-tyypin venttiileitä on tehtaalla vain maidon haihdutuslaitoksessa. Kaikkiaan niitä on maidon haihdutuslaitoksessa 177 kappaletta ja nämä venttiilit koostuvat noin viidestä erilaisesta mallista.
- Muita venttiileitä on tehtaalla paljon, jolloin voidaan määrittää karkeasti pistemäärä 3 muille venttiileille. Venttiilien teknisten yksityiskohtien tarkastelu voi tietysti sulkea pois venttiilien yleistämisen vaihtoehdon, jolloin venttiili on yksilöllinen ja / tai harvinainen tehtaalla.
- Tehtaassa on paljon erilaisia pumppuja, mutta pumpun mallissa esiintyvä yhden kirjaimen ero voi muuttaa pumpun kaikki liittimet tai muut vastaavaat

tekniset asiat erilaisiksi. Sen takia usean pumpun kohdalla arvioinnin perusteella pistemääräksi tuli yksi.

- Höyryn paineen säätöventtiiliksi käy mikä tahansa yleisesti tehtaalla käytettävä malli, joten niitä on tehtaalla yhteensä noin 30 – 40 kpl.
- Useat mittauksessa käytettävät instrumentit voivat olla pienten erojen takia erilaisia. Esimerkiksi mittausalue voi vaihdella. Kuitenkin tehtaalla on paljon eri lähettämiä, jolloin karkean arvion perusteella lähettimet saivat kaksi pistettä.

Liitteessä 11 olevaan Excel-taulukkoon tehtiin pisteytys kappalemääräisen arvion perusteella taulukon 5 mukaisesti.

**Taulukko 5 Pisteytyksen perusteet**

Ehdot	Pisteet
laitteiden lukumäärä $\leq 10$	1
$10 < \text{laitteiden lukumäärä} \leq 100$	2
laitteiden lukumäärä $> 100$	3

Laitekohtaisesti yhteenlaskettujen pisteiden jälkeen muodostettiin kysyntää kuvaavat luokat taulukon 6 perusteella.

**Taulukko 6 Luokkien muodostamisen perusteet**

Ehdot yhteenlasketuille pisteille	Luokka
$[1 - 2[$	Z
$[2 - 3[$	Y
$[3 - 4[$	X

Yhteenlaskettujen pisteiden ja Exceliin muodostetun kaavan avulla saatiin kysynnän XYZ-luokka jokaiselle laitteelle. Excel-taulukko löytyy liitteestä 12. Seuraavaksi on esitetty Exceliin muodostettu kaava neljä, joka viittaa esimerkkinä soluun H77. Solu H77 sisältää yhteenlasketun pistemäärän yhdelle laitteelle (lauhdutin). Kaavan numero neljä avulla saadaan muodostettua kysynnän luokkaa kuvaava kirjain jokaiselle laitteelle.

=IF(AND(H77>=1;H77<2);("Z");IF(AND(2<=H77;H77<3);("Y");IF(AND(3<=H77;H77<=4);("X"))))

(4)

## 6.8 Laitekohtainen ABC- ja XYZ-luokka

Laitteen kriittisyyttä kuvaavat luokat A, B ja C, sekä laitteen kysyntää kuvaavat luokat yhdistettiin yhteen taulukkoon. Taulukon perusteella voidaan tehdä materiaalin hallintaan liittyviä päätöksiä perustellusti. Taulukko löytyy liitteestä 5.

## 7 PÄÄTELMÄT

Fazerin makeistehtaan tuotantolaitteiden kunnossapitoon liittyvä tutkimus osoittaa varaosien hallintaan liittyvän päätöksenteon monimutkaisen luonteen. Yleisesti materiaalin hallinnassa käytetty ABC-luokittelu tuotteen vuotuisen rahamääräisen käytön ja kappalemääräisen volyymin mukaan, jättää prosessiteollisuuden tärkeimmät asiat kokonaan huomioimatta. Se ei ota huomioon tuotantoprosessia mitä varten laitteet ovat olemassa. Sen takia prosessituntemus, laitteiden ominaisuudet, laitteiden käyttö ja huolto sekä muut ”kentällä” olevat asiat tulee tuntea hyvin ennen kuin laitteita voi luokitella kriittisyyden mukaan. Fazerin tuotantolaitoksen jatkuva käyttö asettaa laitteiden ja niiden varaosien kriittisyysluokitteluun omanlaisensa näkökulman. Merkittäväksi asiaksi kunnossapidon toiminnan kannalta muodostuu tuotantolaitteiden seisakkiajat, jolloin laitteita voidaan huoltaa tai korjata menettämättä tuotantoa. Seisakkien suunnittelu etukäteen ja sitä kautta huoltojen suunnittelu etukäteen mahdollistaa laitteiden ja niiden kysynnän ennustamisen etukäteen, jolloin kysyntään voidaan pyrkiä vastaamaan mahdollisimman tarkasti ja kustannustehokkaasti.

Työssä on pyritty korostamaan laitteisiin liittyvien analyysien suurta merkitystä, joiden perusteella voidaan oppia tuntemaan koko toimintaympäristö ja siihen liittyvät asiat. Analyysejä voidaan tehdä lukuisista eri asioista laitteisiin ja niiden kunnossapitoon liittyvistä asioista. Analyysien avulla kerätään informaatiota ja kerätyn informaation perusteella voidaan perustella tehtyjä ratkaisuja. Näin ratkaisut eivät ole vain ”tunteella” tehtyjä vaan taustalla on myös dataa. Useiden eri analyysien tekeminen, niiden moniulotteisuus sekä vaikea ymmärrettävyys antaa kuitenkin asiaan perehtyneelle mahdollisuuden tulkita analyysejä haluamallaan tavalla. Analyysien teko vaatii alussa suhteellisen paljon resursseja, mutta informaation kertyessä voidaan löytää yhtäläisyyksiä eri laitteiden välillä. Silloin voidaan käyttää pienten muokkausten jälkeen samoja analyysejä ratkaisujen perusteina. Näin analyysien tekeminen voi muodostua helpoksi rutiiniksi. Kunnossapitotoiminnan kehittämisen tulee perustua kerättyyn informaatioon, jolloin tulokselliselle kehitykselle on paremmat lähtökohdat. Sen takia puutteellisen, epämääräisen ja epätarkan informaation tilalle tulisi saada laajat, täydelliset ja tarkat informaatiot tuotantolaitteiden kunnossapitoon liittyen. Tarkan informaation puuttuessa joudutaan kehittämään toimintaa hieman suuntaa antavasti. Työssä on käytetty useiden eri asioiden analyyseissä henkilöiden suurpiirteisiä näkemyksiä. Sen takia tulokset voidaan nähdä eri tavalla eri henkilöiden toimesta. Tärkeimpänä työn antina on työhön liittyvä luokittelun teon prosessi sekä monipuolista informaatiota keräävät taulukot, jotka ovat helposti muokattavissa eri tilanteisiin sopiviksi. Työssä analysoidun maidon haihdutus-

laitoksen toimintaa on pyritty ymmärtämään tulkitsemalla erilaisia dokumentteja sekä tärkeänä osana on ollut laitoksen toiminnasta kyseleminen laitoksen eri käyttäjäjiltä paikan päällä. Dokumenttien sisältämän informaation ajantasalla olemista tutkittiin maidon haihdutuslaitoksessa. Vertausta tehtiin lähinnä laitteiden tyyppien osalta. Pääsääntöisesti voidaan sanoa dokumenttien sisältämän informaation olevan suhteellisen ajantasalla, hieman puutteellista vain. Fazerin makeistehtaan kunnossapitoyrityksen ja kunnossapitotietojärjestelmän vaihtuminen keväällä 2011 aiheutti epätäydellisen tietojen siirtymisen vanhan ja uuden järjestelmän kesken. Edellisen yrityksen käytössä olevasta tietojärjestelmästä ei siirtynyt kaikkea tietoa nykyiseen järjestelmään. Tämä aiheutti laitteiden prosessikriittisyyden tutkimuksen tuloksiin epätarkkuutta. Laitteiden vikaantumishistorian puuttuminen koko maidon haihdutuslaitoksen olemassaolon ajalta jättää laitteiden vikaantumiseen liittyvän analyysin puutteelliseksi. Myös laitteiden vikaantumistaajuuden analysointi historiatietojen perusteella oli puutteellista epätarkkojen kunnossapitotietojärjestelmän kirjausten takia. Tarkan ja monipuolisen datan puuttuessa, informaatiota pyrittiin keräämään haastatteleamalla useiden vuosien työkokemuksen omaavia henkilöitä tehtaalla. Prosessikriittisyyden sekä kysyntään liittyvän informaation taustalla on kunnossapidon toimihenkilön näkemyksiä. Olisi mielenkiintoista nähdä, miten eri henkilöiden mielipiteet ja näkemykset tuottaisivat erilaisia tuloksia taulukoihin. Tämä työ oli vain yhden osa-alueen (jälkihaidutin yksi) esimerkki laitteiden luokittelusta, eikä työn painopiste ollut vain informaation keräämisessä.

Analysoidaan seuraavaksi luokittelun tuloksia, joiden perusteella voidaan tehdä materiaalin hallinnan ohjaussuosituksia erilaisten näkemysten perusteella. Kriittisimpään A luokkaan muodostui neljä laitetta: L5 ja L6 position Conterm lämmönvaihtimet, R41P1M1 position tuotteen siirtämiseen käytettävä ruuvipumppu sekä S14 position erotin. Kaikkien näiden neljän laitteen kysynnän luokka on Z eli kysyntä tehtaalla on vähäistä. Pääsääntöisesti vähäisen kysynnän omaavat kalliit laitteet tulee olla tilaustuotteita sitoutuneen pääoman takia. Kuitenkin laitteiden suuren kriittisyyden takia niitä tulee tarkastella lähemmin. Erilaiset ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet on hyvä selvittää, jonka jälkeen selvitysten perusteella voidaan varautua etukäteen laitteisiin liittyviin vikatilanteesiin. Myös erilaiset laitteiden toimitukseen liittyvät asiat on hyvä selvittää etukäteen, jolloin voidaan varautua paremmin mahdolliseen vikatilanteeseen. Toimittaako valmistaja laitetta vielä vai onko markkinoilla kenties joku korvaava tuote? Yleisesti ottaen suuren sitoutuneen pääoman tuotteiden varastointi ei kannata toimitusketjun loppupäässä, joten niiden varastointi on usein toimitusketjun alkupäässä tai valmistaja valmistaa ne tilauksesta. Toimitukseen liittyvään selvitykseen olisi hyvä sisältyä laitteen spesifiyteen liittyvät asiat. Onko laite yleisesti markkinoilla vai onko se ainutlaatuinen? Ainutlaatuisen laitteen toimitusaika on yleensä pitkä. Selvityksessä käytettiin Contermien valmistajaa ja yhtä sen toimittajaa toimittajina. Voisiko markkinoilla olla joku toinen valmistaja, joka valmistaa vastaavaa laitetta eri merkillä? Näin voisi löytyä lisää toimittajia eri toimitusketjuista, jolloin toimitusvarmuus lisääntyisi. Kriittisimpien laitteiden osalta tarkempiin selvityksiin tulee sisältyä ennakkohuolto-ohjelmat ja laittei-

siin liittyvät varaosaselvitykset. Kriittisimpien A-luokan laitteiden varaosat tulee olla myös samassa luokassa laitteen kriittisyyden kanssa, mutta kysyntä voi vaihdella. Samoja varaosia voidaan mahdollisesti käyttää myös muissa tehtaan tuotantolaitteissa, mikä nostaa varaosan kysynnän luokan. Laitteen varaosien kysyntä on yleensä suurempaa kuin koko laitteen, joten niiden kysynnän luokka on yleensä erilainen. Tämän takia kriittisimpiä, suuren pääoman sitovia laitteita ei tule varastoida, mutta niiden kriittisimpiä varaosia tulee olla nopeasti saatavilla vikatilanteen poistamiseksi nopeasti.

Laitteisiin liittyvien spesiaalien osien saatavuus on yleensä heikkoa ja toimitusajat voivat olla pitkiä. Sellaiset osat tulee tunnistaa etukäteen kriittisimpiin laitteisiin liittyen. Sen jälkeen toimintaa voidaan kehittää etsimällä toimittaja etukäteen, toimittamalla osien tarkat tekniset erittelyt ja sopimalla toimitusajasta. Näin toimittaja voi varautua mahdolliseen toimitukseen etukäteen, joka mahdollistaa toimitusajan lyhentämisen. Kriittisten, pitkän toimitusajan vaatimien ja suhteellisen vähän pääomaa sitovien osien osalta tulee miettiä varmuusvaraston ylläpitämistä itse. Varmuusvaraston koko voidaan suhteuttaa osan kysyntään. Spesiaaleja osia voidaan mahdollisuuksien mukaan valmistaa tehtaan kunnossapidon konepajalla itse, mikä mahdollistaa toimitusvarmuuden ja toimitusajan päättämisen itse. Tässäkin tapauksessa keskeinen asia on tilanteeseen varautuminen etukäteen ja ymmärrys valmistuksen mahdollisuuksista. Myös standardeja osia voidaan valmistaa itse, mutta niiden kohdalla markkinoilla vallitsee eri tilanne kuin spesiaalien osien tapauksessa. Standardien eli vakio-osien saatavuus on yleensä hyvä ja toimitusajat lyhyet. Useiden toimittajien tapauksessa myös vakio-osien hinnat pysyvät matalalla kilpailun myötä. Kriittisimpien vakio-osien osalta voidaan pitää kysyntään suhteutettuna pientä varmuusvarastoa, koska toimitusajat ovat lyhyemmät kuin spesiaalien osien kohdalla.

Toiseksi kriittisimpään B-luokkaan muodostui seitsemän laitetta, joiden kysyntä on Z-luokan mukaista eli vähäistä sekä yksi laite, minkä kysyntä on Y-luokan mukainen eli keskinkertainen. Seitsemän laitteen ryhmä muodostui L7 position lauhduttimesta, kahdesta ruuvipumpusta (L5P1M1 ja L6P1M1), kahdesta pesuihin liittyvästä pumpusta (S14P1M1 ja R41P2M1), hydraulimoottorista L5M2 ja vakuumpumpusta L7P1M1. Kriittisyyden B-luokan sekä kysynnän Y-luokan ainoa laite on höyrynpaineen säätöventtiili L7V03. Kriittisyyden B-luokan laitteiden lähempi tarkastelu osoittaa laitteiden olevan kriittisyysluvun mukaan lähellä A-luokkaa. Kriittisyysluokkien jaottelun takia 30 % kriittisimmistä laitteista kuuluu luokkiin A ja B. Luokkien jakamisen perusteina olevien taulukoiden tutkiminen osoittaa eri kriteerien vaikuttavan erilailla eri laitteisiin. Esimerkiksi vakuumpumppu on kriittinen prosessin toiminnan kannalta, mutta sen sitoman pääoman suuruus sekä muut ohjauskriittisyyden kriteerit madaltavat kriittisyyden luokan B-luokkaan. Kriittisyyden B-luokan laitteisiin tulee suhtautua suurin piirtein yhtä tarkasti, kuin A-luokan laitteisiin. Laitteiden vaatimat selvitykset voivat kuitenkin olla astetta suppeampia, kuin A-luokan laitteiden kohdalla. Laitteiden vähäisen kysynnän takia tämän ryhmän laitteiden huomioiminen voi jäädä A-luokan laitteiden huomion



takia piiloon. B-luokan laitteista voidaan yrittää löytää toisiaan korvaavia osia, esimerkiksi sähkömoottorit voisivat olla tällaisia. Käykö sama moottori useampaan pumppuun? Silloin laitteisiin liittyvien varaosien kysyntää voitaisiin kasvattaa, joka on hyvä peruste pitää yllä kysyntään suhteutettua varmuusvarastoa. Tämä taas nopeuttaisi vikatilanteen poistamista, koska sähkömoottorit yleensä vaihdetaan rikkoutuessa uusiin moottoreihin. Korvaavien laitteiden ajattelutapa on ainoassa BY-luokan höyrynpaineen säätöventtiilin analyysin taustalla. Useat tehtaalla olevat höyrynpaineen säätöventtiilit voidaan korvata samanlaisella venttiilillä. Näin venttiilin kysyntä kasvaa, joka helpottaa varmuusvarastointipäätöksen tekoa. Säätöventtiilin osalta voidaan pitää kysyntään ja toimitusaikoihin suhteutettua varmuusvarastoa itse. Venttiilin varastoiminen sitoo pääomaa ja useampien toimittajien löytäminen markkinoilta on mahdollista, joten suuren varmuusvaraston pitäminen voidaan välttää.

Kriittisyyden C-luokan sekä suuren kysynnän X-luokan ryhmään päätyivät jälkijahduttin yhden kaikki muut venttiilit lukuun ottamatta höyrynpaineen säätöventtiiliä. Venttiilit saivat siis matalimman kriittisyyden luokituksen ja korkeimman kysynnän luokan. Prosessin toimivuuden kannalta venttiilien pistemääräksi muodostui noin puolet korkeimman pistemäärän saaneista laitteista. Venttiilit ovat kuitenkin tärkeitä laitoksen toiminnan kannalta, joten venttiilissä olevan vian pitkittyminen voi pysäyttää jälkijahduttin yhden tuotannon. Työmääräinten historian tutkiminen osoitti venttiileihin tehtyjen huoltojen sekä venttiileihin liittyvien muiden töiden olevan mitätöntä. Se ei pidä paikkaansa, koska laitoksen käyttäjien kokemuksen mukaan venttiileihin kohdistuu paljon vikatilanteita. Työmääräimistä ei vain selviä vian kohdetta, joten useita työmääräimiä ei voi kohdistaa suoraan mihinkään laitteeseen. Venttiilien suuren kysynnän takia voidaan ylläpitää kysyntään suhteutettua suhteellisen suurta varmuusvarastoa itse. Suuri kysyntä mahdollistaa myös venttiileiden varaosiin liittyvän hankintaerän pitämisen sopivan suuren. Tällä tavalla toimittaessa vikatilanteeseen varautuminen pysyy hyvänä sekä toimittukseen liittyvät kustannukset sopivan pieninä. Yleensä CX-luokan laitteita ja niihin liittyviä varaosia voidaan tilata automatisoidun järjestelmän kautta, mikä säästää hankintoihin vaadittuja resursseja. Näin hankintojen resurssit voidaan kohdistaa muiden luokkien tuotteille. Automaattiseen järjestelmään ohjelmoidaan sopivat tilauspisteet eri nimikkeille. Automaattinen tilaus lähtee toimittajalle varastosaldon alittaessa tilauspisteeseen. Tilaus lähtee järjestelmästä ennalta määrätyn tilauseräkoon mukaisesti. Haasteeksi automaattisen järjestelmän ylläpitämiseksi muodostuu varastosaldon täsmäminen todelliseen varaston tilanteeseen. Järjestelmän tulee minimoida ihmisten inhimillisistä erehdyksistä johtuvat virheet, joita varaston käytössä voidaan helposti havaita.

Laitteiden luokittelun tarkoituksena on hallita useita laitteita ja niihin liittyviä varaosia ryhmittäin muutamien eri ohjaustapojen kautta. Matalan kysynnän C-luokan laitteet sekä niihin liittyvät matalan kysynnän varaosien kanssa tulee miettiä laitteiden tarpeellisuutta. Laitteiden kunnossapidon näkökulmia tulisi pohtia jo laitteiden hankintavaiheessa, jolloin on tarpeellista saada vastaus seuraavaan kysymykseen: Voiko saman toimin-

nallisuuden korvata suuremman kysynnän omaavan laitteen avulla? Hankinnassa voitaisiin silloin suosia tehtaalla jo yleisesti käytössä olevaa laitetyyppiä. Silloin laitteen kysyntä kasvaisi sekä eri laitteiden kirjo vähenisi. Se taas mahdollistaisi kustannustehokkaamman tavan hoitaa laitteisiin liittyvää materiaalin hallintaa. Teknologian kehitys menee koko ajan eteenpäin, mikä tarkoittaa laitteiden jatkuvaa kehitystä. Tämän takia tietyn tyyppinen laite tai varaosa ei välttämättä ole markkinoilla pitkään. Se tuo lisää haasteita laitteiden tehokkaaseen hallintaan. Pienten erojen omaavat laitteet ovat usein eri nimikkeinä ja unohtuvat ajan saatossa kokonaan. Ne ovat juuri matalan kysynnän sekä matalan kriittisyyden omaavia laitteita. Tässä työssä CZ-luokan laitteiksi muodostuivat Contermien moottorit (L5M1 ja L6M1). Jatkoselvitysten kautta voi etsiä vastausta laitteiden korvaamisen mahdollisuudesta yleisemmin tehtaalla käytössä olevalla moottorilla vikatilanteeseen varautumiseksi. Moottoreihin on liitetty RX8 vaihde, joten niiden korvaamisen eri valmistajan moottorilla ja vaihteella luulisi onnistuvan suhteellisen helposti. Kriittisyyden C-luokan sekä kysynnän Y-luokan laitteiksi muodostuivat jälkihaihduutin yhden mittauksen instrumentit. Ryhmään kuuluu johtokyvyn- ja paineen mittaamiseen käytettäviä instrumentteja. Näitä instrumentteja voidaan varastoida kysyntään suhteutettu määrä, minkä avulla vikatilanne on mahdollista poistaa nopeasti. Tilauksen eräkkö voidaan valita kysyntään nähden suhteellisen suureksi, jolloin toimitukseen liittyvät kustannukset saadaan minimoitua. Toisaalta standardit mittalaitteet on helposti saatavilla markkinoilta suhteellisen nopean toimitusajan vallitessa, joten ohjauksessa tulee harkita varastoinnin mahdollisuutta toimitusketjun välivaiheilla. Näin voitaisiin välttyä varastointiin liittyvien kustannusten kertymiseltä. Silloin laitteen vikatilanteessa on hyväksyttävä sen vaatima toimitusaika.

Pitkän tähtäimen kehityksen tavoitteena on jatkuva parantaminen laitteiden spesifisyyden ja kriittisyyden alentamiseksi sekä toimitusketjun koordinointi varmuusvarastojen pienentämiseksi. [11]

Laitteen kriittisyyttä sekä laitteen kysyntää kuvaavat Excel-taulukot ovat muutaman ihmisen näkemysten tulos tutkittavaan aiheeseen. Excel-taulukoiden avulla voidaan perustella laitteen kriittisyyteen sekä kysyntään johtavien luokkien muodostuminen eri kriteerien avulla. Helposti muokattavissa olevat Excel-taulukot ovat työkalu, joiden avulla voidaan ymmärtää laitteen kriittisyyden sekä kysynnän muodostuminen koko toiminnan kannalta.

## LÄHTEET

- [1] Wayenberg, G., Pintelon, L. Framework for maintenance concept development. Belgium 2002, International journal of production economics 77, pp. 299-313.
- [2] Wayenberg, G., Pintelon, L. Maintenance concept development: A case study. Belgium 2004, International journal of production economics 89, pp. 395-405.
- [3] Molenaers, A., Baets, H. & Co. Criticality classification of spare parts: A case study. Belgium 2011, International journal of production economics.
- [4] Järviö, Piispa, Parantainen, Åström. Kunnossapito. 4. painos. Helsinki 2007, Kp-media Oy. 283 s.
- [5] Karrus, K. Logistiikka. 1. painos. Helsinki 1998, Wsoy. 319 s.
- [6] Sakki, J. Suomalaisen yrityksen materiaalihallinto. Espoo 1986, Weilin+Göös. 143 s.
- [7] Harrison, A., van Hoek, R. Logistics Management and Strategy. 2nd edition. England 2005, Pearson Education Ltd. 308 p.
- [8] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. Designing and Managing the Supply Chain. United States of America 2000, McGraw-Hill Higher Education. 321 p.
- [9] Tersine, R. Principles of Inventory and Materials Management. 2nd edition. New York 1982, Elsevier North Holland inc. 477 p.
- [10] Partovi, Fariborz, Y., & Co. The analytic hierarchy process as applied to two types of inventory problems. Philadelphia 1994, Production and Inventory Management Journal 35, pp. 13-19.
- [11] Huiskonen, J., Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices. Finland 2001, International Journal of Economics 71, pp. 125-133.
- [12] Reid, R., The ABC method in hospital inventory management: a practical approach. New Mexico 1987, Production and Inventory Management Journal 28, pp. 67-70.
- [13] Stock, J., Lambert, D. Strategic logistics management. 4th edition. New York 2001, The McGraw-Hill Companies Inc. 872 p.

- [14] Wild, T. Best Practice in Inventory Management. 2nd edition. England 2002, Elsevier Ltd. 265 p.
- [15] Tersine, R. Principles of Inventory and Materials Management. 4nd edition. New York 1994, PTR Prentice Hall. 590 p.
- [16] Flores, B., Whybark, D. Implementing Multiple Criteria ABC analysis. Journal of Operations Management. Vol. 7 (1987), pp. 79-85.
- [17] Haas, R., Meixner, O. An Illustrated Guide to the Analytic Hierarchy Process. Wien. University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Saatavissa: [www.boku.ac.at/mi/ahp/ahptutorial.pdf](http://www.boku.ac.at/mi/ahp/ahptutorial.pdf)
- [18] Botter, R., Fortuin, L. Stocking strategy for service parts –a case study. International journal of operations & production management. Vol 20 (2000), No 6, pp. 656-674.
- [19] Saaty, T., The Analytic Hierarchy Process. USA 1980. The McGraw-Hill Inc. 287 p.
- [20] Burt, D., Dobler, D., Starling, S. World Class Supply Management: The Key to Supply Chain Management. 7th edition. New York 2003. The McGraw-Hill Companies Inc. 689 p.
- [21] Leenders, M. & Co. Purchasing and Supply Management. 12th edition. New York 2001. The McGraw-Hill Companies Inc. 741 p.
- [22] IFRS-Tilinpäätöksen keskeiset periaatteet. 2006. Yritystutkimusneuvottelukunta ry.
- [23] Kärkkäinen, M., Småros, J. Tehoa varaosalogistiikkaan! STO jäsenlehti. Numero 1/2008.
- [24] Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. ja Miettinen, A. Teollisuustalous. 4. painos. Tampere 2003. Infacs Johtamistekniikka Oy. 438 s.
- [25] Huiskonen, J., Niemi, P. ja Pirttilä, T. The role of C-products in providing customer service—refining the inventory policy according to customer-specific factors. Finland 2005. International Journal of Production Economics. Vol. 93-94, pp. 139-149.
- [26] Fazer-konsernin vuosikertomus 2011. [pdf]. Saatavissa: <http://www.fazer.fi/Fazer-konserni/Medialle/Vuosikertomus/Vuosikertomusten-arkisto>

[27] Donner, Jörn. Fazer 100. Helsinki and Keuruu 1991, The Otava Publishing Company. 206 p.

[28] ISS Palveluiden verkkosivut. [www]. [viitattu 15.6.2012]. Saatavissa: [http://www.fi.issworld.com/iss\\_palvelut\\_yrityksena/pages/iss\\_palvelut.aspx](http://www.fi.issworld.com/iss_palvelut_yrityksena/pages/iss_palvelut.aspx)

[29] Alsyouf, Imad. The role of maintenance in improving companies productivity and profitability. Sweden 2007. International Journal of Production Economics. Vol. 105, pp. 70-78.

[30] Hirsjärvi, I., Remes, P. ja Sajavaara, P. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä 2004. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 436 s.

[31] Vilkkä, Hanna. Tutki ja kehitä. Keuruu 2005. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 188 s.

[32] Vilkkä, Hanna. Tutki ja havainnoi. Vaajakoski 2006. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 140 s.

MIS:		Component:				
failure mode:		severity factor →				
failure effect ↓		0	1	2	3	
hydraulic	<i>unplanned production stop</i>	No	<1h	1h<x<3d	>3d	
	<i>Safety problems</i>	No			Yes	
	<i>environment al problems</i>	No			Yes	
electrical	<i>cost of materials</i>	< 10k	10k<x<500k	500k<x<10.000k	> 10.000k	
	<i>cost of man-hours</i>	<2 manh.	2<x<40 manh.	40<x<400 manh.	> 400 manh.	
	<i>failure risk ↓</i>					
mechanical	<i>Probability of failure</i>	< 1/100.000 h.	< 1/45.000 h.	< 1/10.000 h.	< 1/1.000 h.	
	<i>Hidden failure</i>	No			Yes	
	<i>redundancy</i>	Yes			No	
	<b>total:</b>	( ... x 0 ) + ( ... x 1 ) + ( ... x 2 ) + ( ... x 3 ) =				
failure cause:		MCC		NON-CRITICAL		

[illegible]

**TABLE 1**  
**Dollar-Usage Distribution**

Dollar-Usage Category	Manufacturing Firm			Service Organization		
	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage
A	15	11	84	22	20	72
B	25	15	15	33	30	22
C	<u>88</u>	<u>74</u>	<u>1</u>	<u>55</u>	<u>50</u>	<u>6</u>
Totals	128	100	100	110	100	100

**TABLE 2**  
**Criticality Distributions**

Criticality Category	Manufacturing Firm			Service Organization		
	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage
I	5	4	40	11	10	14
II	48	39	56	8	7	23
III	<u>75</u>	<u>57</u>	<u>4</u>	<u>91</u>	<u>83</u>	<u>63</u>
Totals	128	100	100	110	100	100

**TABLE 3**  
**Number of Items Classified by Dollar-Usage and Criticality**

		Manufacturing Firm Criticality				Service Organization Criticality			
		I	II	III	Totals	I	II	III	Totals
Dollar Usage	A	2	12	1	15	4	4	14	22
	B	1	19	5	25	4	3	26	33
	C	<u>2</u>	<u>17</u>	<u>69</u>	<u>88</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>51</u>	<u>55</u>
Totals		5	48	75	118	11	8	91	110

**TABLE 4**  
**Multiple Criteria Distributions**

Combined Category	Manufacturing Firm			Service Organization		
	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage	No. of Items	% of Items	% of \$ Usage
AA	14	11	78	14	13	29
BB	16	13	12	32	29	40
CC	39	30	10	62	56	31
DD	<u>59</u>	<u>46</u>	<u>0</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>0</u>
Totals	128	100	100	110	100	100

lähde: [16]



Osa-alue	Laitemo.	Positio	Laite	Muuta	Tyyppi	Toimittaja	Toimitusaika	Hinta / €	Varaosien saatavuus	Toimittaja 2	Toimittaja 3
jäähähdutus	FZ2316	L7	L3 LAUHUTIN (LÄMMÖNVAHDIN)		M10-MFHC	Thinkflow	n. 1 kk	n. 3000	keskinkertainen	Alfa Laval	
	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAHDIN 1 (CONTERM)		6 X g	Thinkflow	n. 2 kk	n. 4000	keskinkertainen	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAHDIN 2 (CONTERM)			Thinkflow	n. 2 kk	n. 4000	keskinkertainen	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	FZ2325	L6P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jäähähdutin 1, linjan syöttöpumppu 1	2 NE 20 A	ProMinent	n. 1 kk	n. 2000	hyvä	ei	ei
jäähähdutus 1	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jäähähdutin 1, linjan syöttöpumppu 2	2 NE 20 A	ProMinent	n. 1 kk	n. 2000	hyvä	ei	ei
jäähähdutus 1	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jäähähdutin 1, tuoteen siirtöpumppu 2	2 NE 30 A	ProMinent	n. 1 kk	n. 2000	hyvä	ei	ei
jäähähdutus 1	FZ2350	S14P1M1	P7 KESKIPAKOPUMPPU	lauhdutimen L7 pesukientopumppu	LKH-10150 SSS	Thinkflow	n. 1 vko	n. 700	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPU	erotin S14, pesupaluupumppu	MR-185 S	Thinkflow	n. 1 vko	n. 700	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S551)	jäähähdutin 1		Thinkflow	n. 2 kk	n. 5000	keskinkertainen	Alfa Laval	
jäähähdutus 1		L5M2		hydraulimootori, jäähähdutin 1	Baldr	Thinkflow	n. 1 kk	n. 1000	ei korjatta		
jäähähdutus 1	L7P1M1			lauhdutimen vakuumipumppu	M2AA090L3GAA091002-ADA	Elektroskandia	n. 1 vrk	n. 750	ei korjatta	Lönne	Bema
jäähähdutus 1	L5M1			kaapjalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	Elektroskandia	n. 1 vrk	n. 750	ei korjatta	Lönne	Bema
jäähähdutus 1	L6M1			kaapjalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	Elektroskandia	n. 1 vrk	n. 750	ei korjatta	Lönne	Bema
jäähähdutus 1	S14P2 (PT2)		pinälähtelin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	Melso Endress Hauser	n. 1 kk	n. 700	hyvä, 2 vko toim. aika	Wika	Parker Hannifin
jäähähdutus 1	S14LIC1		venttiili	pinan korkeuden mittaust							
jäähähdutus 1	S14P1 (PT1)		venttiilipainelähtelin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	Melso Endress Hauser	n. 1 kk	n. 700	hyvä, 2 vko toim. aika	Wika	Parker Hannifin
jäähähdutus 1	L5P1C1 (L5PT01)		pinälähtelin	1-väkev. haihdutuksen lehonstöto	ETP 04 4150	Melso Endress Hauser	n. 1 kk	n. 700	hyvä, 2 vko toim. aika	Wika	Lyth
jäähähdutus 1	L7P1C1 (L7PT1)		pinälähtelin	1-väkev. paineenstöto	ETP 04 4850	Melso Endress Hauser	n. 1 kk	n. 700	hyvä, 2 vko toim. aika	Wika	Lyth
jäähähdutus 1	S14LS1		pinakytkin, johtokyky	1-väkev. yläraja	cardell-electrod-conductivity, R3/4"						
jäähähdutus 1	L5V01		venttiili		SRC-51-20-NC-LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	ei ole		venttiili	virtausstöadin	Bestobell constantilo DN8	Bestobell	n. 1 kk	n. 100	ei tietoa	mahd. korvaavia	
jäähähdutus 1	L5P1V01		solenoidventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	Bürkert	n. 2 vkoa	n. 100 - 300	hyvä		
jäähähdutus 1	L5V01		venttiili		SRC-51-20-NC/LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	ei ole		venttiili	virtausstöadin	Bestobell constantilo DN8	Bestobell	n. 1 kk	n. 100	ei tietoa	mahd. korvaavia	
jäähähdutus 1	L6P1V01		solenoidventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	Bürkert	n. 2 vkoa	n. 100 - 300	hyvä		
jäähähdutus 1	ei ole		venttiili	virtausstöadin	Bestobell constantilo DN8	Bestobell	n. 1 kk	n. 100	ei tietoa	mahd. korvaavia	
jäähähdutus 1	L6V03		solenoidventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	Bürkert	n. 2 vkoa	n. 100 - 300	hyvä		
jäähähdutus 1	R41V05		venttiili		SRC-51-20-NC-LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	ei ole		venttiili	virtausstöadin	Bestobell constantilo DN8	Bestobell	n. 1 kk	n. 100	ei tietoa	mahd. korvaavia	
jäähähdutus 1	R41P1V1		solenoidventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	Bürkert	n. 2 vkoa	n. 100 - 300	hyvä		
jäähähdutus 1	R41V03		venttiili (butterfly valve)		LKB-W-51-LKA-T-LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	R41V04		venttiili (butterfly valve)		LKB-W-51-LKA-T-LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	L7V02		sulkuventtiili		Worcheater A4466 DN25-LKA-T-LKT-N	Kontram, Thinkflow	n. 1 vko	n. 400	hyvä	mahd. korvaavia	
jäähähdutus 1	L7V01		venttiili		SRC-51-21-NO-LKT-N	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	L7V03		säätöventtiili		Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	Honeywell	n. 3 vkoa	n. 1500	keskinkertainen	Spirax	
jäähähdutus 1	L7P1V1		solenoidventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	Bürkert	n. 2 vkoa	n. 100 - 300	hyvä		
jäähähdutus 1	L5V05		voi olla kaasventtiili	paineliman venttiili	hyödytön, koska painelima voi olla paalaa						
jäähähdutus 1	S14V01		pinälähtelin	pineliman venttiili	LKB-LKT	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	S14V02			pineliman venttiili	LKB-38-LKT	Thinkflow	n. 1 vko	n. 400	hyvä	Alfa Laval	
jäähähdutus 1	S14V11			lauhdutimen pesukierro lulo	LKB-51-LKT	Thinkflow	n. 1 vko	n. 500	hyvä	Alfa Laval	

Laitteen ABC- ja XYZ-luokka

Osa-alue	Laitenno.	Positio	Laite	Muuta	Typpi	Kriittisyyden luokka	Kysynnän luokka
jalkihaihdutus 1	FZ2316	L7	L3 LAUHUTIN (LÄMMÖNVAIH DIN)		M10-MFHC	B	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAIH DIN 1 (CONTERM)		6 X 9	A	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAIH DIN 2 (CONTERM)		6 X 9	A	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2325	L6P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdutin 1, linjan syöttöpumppu 1	2 NE 20 A	B	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdutin 1, linjan syöttöpumppu 2	2 NE 20 A	B	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jalkihaihdutin 1, tuotteen siirtöpumppu	2 NE 30 A	A	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2350	S14P1M1	P7 KESKIPAKOPUMPPU	lauhdutimen L7 pesukiertopumppu	LKH-10/150 SSS	B	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPU	erotin S14, pesupaluupumppu	MR-185 S	B	Z
jalkihaihdutus 1	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S-551)	jalkihaihdutin 1	Baldor	A	Z
jalkihaihdutus 1		L5M2	hydraulimootori			B	Z
jalkihaihdutus 1		L7P1M1	lauhdutimen vakuumipumppu		M2AA090L3GAA091002-ADA	B	Z
jalkihaihdutus 1		L5M1	kaapilämmönsiirtimen moottori		RX81DV132M4	C	Z
jalkihaihdutus 1		L6M1	kaapilämmönsiirtimen moottori		RX81DV132M4	C	Z
jalkihaihdutus 1		S14P12 (PT2)	pinälähetin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	C	Y
jalkihaihdutus 1		S14LIC1		pinnan korkeuden mittaus		C	Y
jalkihaihdutus 1		S14P11 (PT1)	vertailupainelähetin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	C	Y
jalkihaihdutus 1		L5PIC1 (L6PT01)	painelähetin	1-väkev. haihdutuksen tehonsäätö	ETP 04-4150	C	Y
jalkihaihdutus 1		L7PIC1 (L7PT1)	painelähetin	1-väkev. paineensäätö	ETP 04-4850	C	Y
jalkihaihdutus 1		S14LS1	pinakytin, johtokyky	1-väkev. yläraja	cardell-electrod-conductivity, R3/4"	C	Y
jalkihaihdutus 1		L5V01	ventiili	pumpun pesu	SRC-51-20-NC+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili		Bestobell constantflo DN8	C	X
jalkihaihdutus 1		L5P1V01	solenoidventiili	pumpun tiivistys	Bürkert 280-A-8B-R3/8"	C	X
jalkihaihdutus 1		L6V01	ventiili	pumpun pesu	SRC-51-20-NC/LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili		Bestobell constantflo DN8	C	X
jalkihaihdutus 1		L6P1V01	solenoidventiili	pumpun tiivistys	Bürkert 280-A-8B-R3/8"	C	X
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili		Bestobell constantflo DN8	C	X
jalkihaihdutus 1		L6V03	solenoidventiili	tiivistys	Bürkert 280-A-8B-R3/8"	C	X
jalkihaihdutus 1		R41V05	ventiili	tuotteen siirto	SRC-51-20-NC+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili		Bestobell constantflo DN8	C	X
jalkihaihdutus 1		R41P1V1	solenoidventiili	pumpun tiivistys	Bürkert 280-A-8B-R3/8"	C	X
jalkihaihdutus 1		R41V03	ventiili (butterfly valve)	pesu	LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		R41V04	ventiili (butterfly valve)	pesu	LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		L7V02	sulkuventiili	kylmä vesi lauhdutimeen	Worchester A4486 DN25+LKA-T+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		L7V01	ventiili	vesi pois lauhdutimesta	SRC-51-21-NO+LKT-N	C	X
jalkihaihdutus 1		L7V03	säätöventiili	höyrypain	Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	B	Y
jalkihaihdutus 1		L7P1V1	solenoidventiili	pumpun tiivistys	Bürkert 280-A-8B-R3/8"	C	X
jalkihaihdutus 1		L5V05	voi olla käsiventtiili	paineilman venttiili	hyödytön, jos käsivena	C	X
jalkihaihdutus 1		S14V01		paineilman venttiili	LKB+LKT	C	X
jalkihaihdutus 1		S14V02			LKB-38+LKT	C	X
jalkihaihdutus 1		S14V11		lauhdutimen pesukierro tulo	LKB-51+LKT	C	X

#### Kriittisyysluokituksen taso 4: ohjauskiittisyys

Osa-alue	Laitenro.	Positio	Laitte	Muuta	asteikko:	1-3	Varaosien saatavuus	1-3	1-3	Tomittajien lkm.	Hinta	kokonais-pistemäärä	osuus maksimi-pisteistä
					Typpi	Tomittusajka							
					M10-MFHC	2	2	2	2	3		9	75 %
					6 X 9	3	2	2	3			10	83 %
					8 X 9	3	2	2	3			10	83 %
					2 NE 20 A	2	1	3	3			9	75 %
					2 NE 20 A	2	1	3	3			9	75 %
					2 NE 30 A	2	1	3	3			9	75 %
					LKH-10150 SSS	1	1	2	2			6	50 %
					MR-185 S	1	1	2	2			6	50 %
					Baldr	2	2	2	3			10	83 %
					M2AA060L3G3AA091002-ADA	1	1	1	3			8	67 %
					RX81DV132M4	1	1	1	2			5	42 %
					RX81DV132M4	1	1	1	2			5	42 %
					cerabar pmc531-d50d2a6zh	2	1	1	2			6	50 %
					cerabar pmc531-d50d2a6zh	2	1	1	2			6	50 %
					ETP 04-4150	2	1	1	2			6	50 %
					ETP 04-4850	2	1	1	2			6	50 %
					cardell-electrod-conductivity, R3/4"	1	1	2	1			0	0 %
					SRC-61-20-NC-HLKT-N	2	1	2	2			5	42 %
					Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1			5	42 %
					Bürkert 280-A-8B-R3/8"	2	1	3	1			7	58 %
					SRC-61-20-NC-HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1			5	42 %
					Bürkert 280-A-8B-R3/8"	2	1	3	1			7	58 %
					Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1			5	42 %
					Bürkert 280-A-8B-R3/8"	2	1	3	1			7	58 %
					SRC-61-20-NC-HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1			5	42 %
					Bürkert 280-A-8B-R3/8"	2	1	3	1			7	58 %
					LKB-W-61+LKA-T+HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					LKB-W-61+LKA-T+HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					Worchester A4466 DN25+LKA-T+HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					SRC-61-21-NO-HLKT-N	1	1	2	1			5	42 %
					Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	2	2	2	2			8	67 %
					Bürkert 280-A-8B-R3/8"	2	1	3	1			7	58 %
					hyödyntön vena, jos on käsiveria							0	0 %
					LKB+LKT	1	1	2	1			5	42 %
					LKB-38+LKT	1	1	2	1			5	42 %
					LKB-61+LKT	1	1	2	1			5	42 %

[illegible]

**Kriittisyysluokituksen taso 2: maidonhaidutuslaitos**

*kriteeri*

Osa-alue	Muuta	Kondenssimaitotuotannon menetys
Maidon vastaanotto		pieni
Esihaidutus		suuri
Sokerin annostelu		suuri
Jälkihaidutus	2 kpl jälkihaidutinta rinnan	keskisuuri
Kondenssimaidon varastointi		pieni
Pesukeskus		keskisuuri
Putkiporsas		pieni

**Kriittisyysluokituksen taso 1: suklaan valmistus**

*kriteeri*

Alue	Muuta	Tuotannon pysähtymiseen kuluva aika vikatilanteessa
Maitokeittiö		noin 2 - 8 h kuluessa
Vm-keitinlinja	5 kpl keittimiä	24 h kuluessa
Kaakaomassan varastointilinja		noin 2 - 8 h kuluessa
Etuvalssilinja		noin 2 - 8 h kuluessa
Vm-valssilinja	3 kpl	24 h kuluessa
Frisselinja	3 kpl	24 h kuluessa
Suklaamassojen jakelu		Heti

## Laitteen / osan kriittisyysluku

Osa-alue	Laitemro.	Positio	Laitte	Muuta	Tyyppi	Taso 1, tehdas		Taso 2, maiha		Taso 3, prosessikriittisyys		Taso 4, ohjauskriittisyys		KRIITTI-SYYSLUKU
						luku	painokerroin	luku	painokerroin	luku	painokerroin	luku	painokerroin	
jalkihaihdutus 1	FZ2316	L7	L3 LAUHDUTIN (LÄMMÖNVAHDIN)		M10-MFHC	2	1	2	1	18,0	0,16	9	0,33	9,85
jalkihaihdutus 1	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAHDIN 1 (CONTERM)		6 X 9	2	1	2	1	18,4	0,16	10	0,33	10,25
jalkihaihdutus 1	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAHDIN 2 (CONTERM)		6 X 9	2	1	2	1	18,3	0,16	10	0,33	10,22
jalkihaihdutus 1	FZ2325	L5P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAT)	jalkihaihdutin 1, linjan syöttöpumppu 1	2 NE 20 A	2	1	2	1	16,1	0,16	9	0,33	9,55
jalkihaihdutus 1	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAT)	jalkihaihdutin 1, linjan syöttöpumppu 2	2 NE 20 A	2	1	2	1	16,1	0,16	9	0,33	9,54
jalkihaihdutus 1	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jalkihaihdutin 1, tuotteen siirtöpumppu	2 NE 30 A	2	1	2	1	18,1	0,16	9	0,33	9,86
jalkihaihdutus 1	FZ2350	S14P1M1	P7 KESK(PAKOPUMPPU	lauhduttimen L7 pesukiertopumppu	LKH 10/150 SSS	2	1	2	1	13,1	0,16	6	0,33	8,07
jalkihaihdutus 1	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPI	erotin S14, pesupaluu-pumppu	MR-185 S	2	1	2	1	14,1	0,16	6	0,33	8,23
jalkihaihdutus 1	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S-551)	jalkihaihdutin 1		2	1	2	1	16,0	0,16	10	0,33	9,86
jalkihaihdutus 1	L5M2			hydrauliimootori, jalkihaihdutin 1	Baldor	2	1	2	1	18,0	0,16	8	0,33	9,52
jalkihaihdutus 1	L7P1M1			lauhduttimen vakuumpumppu	M2AA090L3GAA091002-ADA	2	1	2	1	17,0	0,16	5	0,33	8,37
jalkihaihdutus 1	L5M1			kaapijalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	2	1	2	1	15,0	0,16	5	0,33	8,05
jalkihaihdutus 1	L6M1			kaapijalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	2	1	2	1	15,0	0,16	5	0,33	8,05
jalkihaihdutus 1	S14P12 (PT2)		pintalähtetin	cerabar pmc531-d50d2a6a2h		2	1	2	1	9,0	0,16	6	0,33	7,42
jalkihaihdutus 1	S14L1C1			pinnan korkeuden mittaussäätö	cerabar pmc531-d50d2a6a2h	2	1	2	1	9,0	0,16	0	0,33	5,44
jalkihaihdutus 1	S14P11 (PT1)		vertailupainelähtetin	1-väkevä haihdutuksen tehonsäätö	ETP 04-4150	2	1	2	1	11,0	0,16	6	0,33	7,74
jalkihaihdutus 1	L5P1C1 (L5PT01)		painelähtetin	1-väkevä paineensäätö	ETP 04-4850	2	1	2	1	13,0	0,16	6	0,33	8,06
jalkihaihdutus 1	L7P1C1 (L7PT1)		painelähtetin	1-väkevä paineensäätö	cardell-electrode-conductivity, R3/4*	2	1	2	1	11,0	0,16	0	0,33	5,76
jalkihaihdutus 1	S14LS1		pintakytkin, johtokyky	virtaussäädin	SRC-51-20-NC+LKT-N	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L5V01		venttiili	virtaussäädin	Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L5P1V01		solenoidventtiili	virtaussäädin	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	10,0	0,16	7	0,33	7,91
jalkihaihdutus 1	L6V01		venttiili	virtaussäädin	SRC-51-20-NC/LKT-N	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L6P1V01		solenoidventtiili	virtaussäädin	Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	ei ole		venttiili	virtaussäädin	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	10,0	0,16	7	0,33	7,91
jalkihaihdutus 1	ei ole		venttiili	virtaussäädin	Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	ei ole		venttiili	virtaussäädin	Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L6V03		solenoidventtiili	virtaussäädin	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	10,0	0,16	7	0,33	7,91
jalkihaihdutus 1	R41V05		venttiili	virtaussäädin	SRC-51-20-NC+LKT-N	2	1	2	1	14,0	0,16	5	0,33	7,89
jalkihaihdutus 1	ei ole		venttiili	virtaussäädin	Bestobell constantflo DN8	2	1	2	1	9,0	0,16	6	0,33	7,42
jalkihaihdutus 1	R41P1V1		solenoidventtiili	venttiili (butterfly valve)	LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	2	1	2	1	9,0	0,16	7	0,33	7,75
jalkihaihdutus 1	R41V03		venttiili (butterfly valve)	venttiili (butterfly valve)	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	9,0	0,16	7	0,33	7,75
jalkihaihdutus 1	L7V02		sulkuventtiili	venttiili	LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L7V01		venttiili	venttiili	LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	L7V03		säätöventtiili	venttiili	Worchester A4466 DN25+LKA-T+LKT-N	2	1	2	1	12,0	0,16	5	0,33	7,57
jalkihaihdutus 1	L7P1V1		solenoidventtiili	venttiili	SRC-51-21-NO+LKT-N	2	1	2	1	12,0	0,16	5	0,33	7,57
jalkihaihdutus 1	L5V05		voit olla käsiventtiili	venttiili	Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	2	1	2	1	19,0	0,16	8	0,33	9,68
jalkihaihdutus 1	S14V01		painelaman venttiili	hyödytön, jos käsivena	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	9,0	0,16	7	0,33	7,75
jalkihaihdutus 1	S14V02		painelaman venttiili	hyödytön, jos käsivena	Bürkert 280-A-8B-R3/8*	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	S14V02		painelaman venttiili	hyödytön, jos käsivena	LKB-38+LKT	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09
jalkihaihdutus 1	S14V11		lauhduttimen pesukierron tulo	hyödytön, jos käsivena	LKB-38+LKT	2	1	2	1	9,0	0,16	5	0,33	7,09

Laitteen / osan kriittisyysluokka

Kriittisyysluokkien perusteet:				A	B	C
10 %				20 %	70 %	
Osa-alue	Laitemro	Positio	Laitte	Muuta	Tyyppi	Kriittisyys-luokka
jalkihaidutus 1	FZ2316	L7	L3 LAUHDUTIN (LÄMMÖNVAIH DIN)		M10-MFHC	9,85 B
jalkihaidutus 1	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAIH DIN 1 (CONTERM)		6 X 9	10,25 A
jalkihaidutus 1	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAIH DIN 2 (CONTERM)		6 X 9	10,22 A
jalkihaidutus 1	FZ2325	L5P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaidutin 1, linjan syöttöpumppu 1	2 NE 20 A	9,55 B
jalkihaidutus 1	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaidutin 1, linjan syöttöpumppu 2	2 NE 20 A	9,54 B
jalkihaidutus 1	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jalkihaidutin 1, tuotteen siirtöpumppu	2 NE 30 A	9,86 A
jalkihaidutus 1	FZ2350	S14P1M1	P7 KESKIPAKOPUMPPU	lauhduttimen L7 pesukiertopumppu	LKH-10/150 SSS	8,07 B
jalkihaidutus 1	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPU	erotin S14, pesupaluupumppu	MR-185 S	8,23 B
jalkihaidutus 1	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S-551)	jalkihaidutin 1		9,86 A
jalkihaidutus 1		L5M2		hydrauliimoottori, jalkihaidutin 1	Baldor	9,52 B
jalkihaidutus 1		L7P1M1		lauhduttimen vakuumpumppu	M2AA090L3GAA091002-ADA	8,37 B
jalkihaidutus 1		L5M1		kaapjalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	8,05 C
jalkihaidutus 1		L6M1		kaapjalämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	8,05 C
jalkihaidutus 1		S14P12 (PT2)	pintalähtin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	7,42 C
jalkihaidutus 1		S14LIC1		pinnan korkeuden mittaus		5,44 C
jalkihaidutus 1		S14P11 (PT1)	vertailupainelähtin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	7,74 C
jalkihaidutus 1		L5PIC1 (L5PT01)	painelähtin	1-väkev. haihdutuksen tehonsäätö	ETP 04-4150	8,06 C
jalkihaidutus 1		L7PIC1 (L7PT11)	painelähtin	1-väkev. paineensäätö	ETP 04-4850	8,06 C
jalkihaidutus 1		S14LS1	pintakytkin, johtokyky	1-väkev. yläraja	cardell-electrod-conductivity, R3/4"	5,76 C
jalkihaidutus 1		L5V01	venttiili		SRC-51-20-NC+LKT-N	7,09 C
jalkihaidutus 1		ei ole	venttiili		Bestobell constantflo DN8	7,09 C
jalkihaidutus 1		L5P1V01	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	7,91 C
jalkihaidutus 1		L6V01	venttiili		SRC-51-20-NC/LKT-N	7,09 C
jalkihaidutus 1		ei ole	venttiili		Bestobell constantflo DN8	7,09 C
jalkihaidutus 1		L6P1V01	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	7,91 C
jalkihaidutus 1		ei ole	venttiili		Bestobell constantflo DN8	7,09 C
jalkihaidutus 1		L6V03	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	7,91 C
jalkihaidutus 1		R41V05	venttiili		SRC-51-20-NC+LKT-N	7,89 C
jalkihaidutus 1		ei ole	venttiili		Bestobell constantflo DN8	7,42 C
jalkihaidutus 1		R41P1V1	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	7,75 C
jalkihaidutus 1		R41V03	venttiili (butterfly valve)		LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	7,09 C
jalkihaidutus 1		R41V04	venttiili (butterfly valve)		LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	7,09 C
jalkihaidutus 1		L7V02	sulkuventtiili		Worchester A4466 DN25+LKA-T+LKT-N	7,57 C
jalkihaidutus 1		L7V01	venttiili		SRC-51-21-NO+LKT-N	7,57 C
jalkihaidutus 1		L7V03	säätöventtiili		Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	9,68 B
jalkihaidutus 1		L7P1V1	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	7,75 C
jalkihaidutus 1		L5V05	voi olla kasventtiili	painellman venttiili	hyödytön, jos kasvena	5,44 C
jalkihaidutus 1		S14V01		painellman venttiili	LKB+LKT	7,09 C
jalkihaidutus 1		S14V02			LKB-38+LKT	7,09 C
jalkihaidutus 1		S14V11		lauhduttimen pesukierroon tulo	LKB-51+LKT	7,09 C

## Kysynnän analyysi

Osa-alue	Laitenro.	Positio	Laitte	Muuta	asteikko:	ikm..	0-100%		kpl	samojen laitteiden määrä tehtaassa	1-3	kokonais- pistemäärä	Osuus maksimi- pisteistä
							työmäärä ainhisto- ria	osuus kaikista mahlan työmääräistä					
							Typppi						
jalkihaihdutus 1	FZ2316	L7	L3 LAUHDUTIN (LÄMMÖNVAHDIN)				M10-MFHC	0	0,00 %	noin 10	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAHDIN 1 (CONTERM)				6 X 9	65	4,34 %	4	1	1,9	47 %
jalkihaihdutus 1	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAHDIN 2 (CONTERM)				6 X 9	39	2,61 %	4	1	1,5	38 %
jalkihaihdutus 1	FZ2325	L5P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdutin 1, linjan syötöpumppu 1			2 NE 20 A	18	1,20 %	noin 10	1	1,2	31 %
jalkihaihdutus 1	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdutin 1, linjan syötöpumppu 2			2 NE 20 A	9	0,60 %	noin 10	1	1,1	28 %
jalkihaihdutus 1	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jalkihaihdutin 1, tuotteen siirtöpumppu			2 NE 30 A	10	0,67 %	noin 10	1	1,1	28 %
jalkihaihdutus 1	FZ2350	S14P1M1	P7 KESKIPAKOPUMPPU	lauhdutimen L7 pesukiertopumppu			LKH-10/150 SSS	8	0,53 %	noin 10	1	1,1	28 %
jalkihaihdutus 1	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPU	erotin S14, pesupaluuumpu			MR-185 S	8	0,53 %	noin 10	1	1,1	28 %
jalkihaihdutus 1	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S-551)	jalkihaihdutin 1			Baldor	0	0,00 %	2	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1		L5M2		hydraulimootori				0	0,00 %	2	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1		L7P1M1		lauhdutimen vakuuttipumppu			M2AA090L3GAA091002-ADA	0	0,00 %	noin 10	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1		L5M1		kaapjalämmönsiirtimen moottori			RX81 DV132M4	0	0,00 %	noin 10	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1		L6M1		kaapjalämmönsiirtimen moottori			RX81 DV132M4	0	0,00 %	noin 10	1	1,0	25 %
jalkihaihdutus 1		S14P12 (PT)	piinalähetin	pinnan korkeuden mittaus			cerabar pnc531-d50d2a6a2h	0	0,00 %	noin 100	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		S14JC1						0	0,00 %	noin 100	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		S14P11 (PT)	vertailupainelähetin	1-väkev. haihdutuksen tehonsäätö			cerabar pnc531-d50d2a6a2h	0	0,00 %	noin 100	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		L5P1C1 (L5)	painelähetin	1-väkev. paineensäätö			ETP 04-4150	0	0,00 %	noin 100	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		L7P1C1 (L7)	painelähetin	1-väkev. paineensäätö			ETP 04-4850	0	0,00 %	noin 100	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		S14LS1	piinakkykin, johtokyy	1-väkev. yläraja			cardell-electrod-conductivity, R3/4"	0	0,00 %	noin 20	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		L5V01	ventiili	pumpun pesu			SFC-51-20-NC+LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili				Bestobell constantflo DN8	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L5P1V01	solenoidiventtiili	pumpun tiivistys			Bürkert 280-A-8B-R3/8"	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L6V01	ventiili	pumpun pesu			SFC-51-20-NC/LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili				Bestobell constantflo DN8	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L6P1V01	solenoidiventtiili	pumpun tiivistys			Bürkert 280-A-8B-R3/8"	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili				Bestobell constantflo DN8	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L6V03	solenoidiventtiili	tiivistys			Bürkert 280-A-8B-R3/8"	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		R41V05	ventiili	tuotteen siirto			SFC-51-20-NC+LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		ei ole	ventiili				Bestobell constantflo DN8	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		R41P1V1	solenoidiventtiili	pumpun tiivistys			Bürkert 280-A-8B-R3/8"	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		R41V03	ventiili (butterfly valve)	pesu			LKB-W-51-LKA-T+LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		R41V04	ventiili (butterfly valve)	pesu			LKB-W-51-LKA-T+LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L7V02	sulkuventtiili	kylmä vesi lauhdutimeen			Worchester A4466 DN25-LKA-T+LKT-N	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L7V01	ventiili	vesi pois lauhduttimesta			SFC-51-21-NO+LKT-N	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L7V03	säätöventtiili	höyrönpaine			Honeywell 2000, kv=6.3, DN25 EP	0	0,00 %	30 - 40	2	2,0	50 %
jalkihaihdutus 1		L7P1V1	solenoidiventtiili	pumpun tiivistys			Bürkert 280-A-8B-R3/8"	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		L5V05	voi olla käsiventtiili	paineliman venttiili			hyödytön, jos käsivena	0	0,00 %	noin 400	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		S14V01		paineliman venttiili			LKB+LKT	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		S14V02					LKB-38+LKT	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %
jalkihaihdutus 1		S14V11		lauhdutimen pesukierron tulo			LKB-51+LKT	0	0,00 %	177	3	3,0	75 %



Laitteen / osan kysynnän luokka

Kysynnän luokkien perusteet:	Z	Y	X
	1 - 2[	2 - 3[	3 - 4]

Osa-alue	Laitteenro.	Positio	Laite	Muuta	Typpi	Kysynnän luku	Kysynnän luokka
jalkihaihdut	FZ2316	L7	L3 LAUHDUTIN (LÄMMÖNVAHDIN)		M10-MFHC	1,00	Z
jalkihaihdut	FZ2318	L5	L5 LÄMMÖNVAHDIN 1 (CONTERM)		6 X 9	1,87	Z
jalkihaihdut	FZ2319	L6	L6 LÄMMÖNVAHDIN 2 (CONTERM)		6 X 9	1,52	Z
jalkihaihdut	FZ2325	L5P1M1	P13 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdut 1, linjan syöttöpumppu 1	2 NE 20 A	1,24	Z
jalkihaihdut	FZ2326	L6P1M1	P14 RUUVIPUMPPU (MAITO)	jalkihaihdut 1, linjan syöttöpumppu 2	2 NE 20 A	1,12	Z
jalkihaihdut	FZ2348	R41P1M1	P5 RUUVIPUMPPU	jalkihaihdut 1, tuotteen siirtöpumppu	2 NE 30 A	1,13	Z
jalkihaihdut	FZ2350	S14P1M1	P7 KESKIPAKOPUMPPU	lauhduttimen L7 pesukierospumppu	LKH-10/150 SSS	1,11	Z
jalkihaihdut	FZ2352	R41P2M1	P9 NESTERENGASPUMPPU	erotin S14, pesupaluupumppu	MR-185 S	1,11	Z
jalkihaihdut	FZ2371	S14	X1 EROTIN (S-551)	jalkihaihdut 1		1,00	Z
jalkihaihdut		L5M2		hydrauliimoottori, jalkihaihdut 1	Baldor	1,00	Z
jalkihaihdut		L7P1M1		lauhduttimen vakuumipumppu	M2AA090L3GAA091002-ADA	1,00	Z
jalkihaihdut		L5M1		kaapilämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	1,00	Z
jalkihaihdut		L6M1		kaapilämmönsiirtimen moottori	RX81DV132M4	1,00	Z
jalkihaihdut		S14P12 (PT)	pintalähetin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	2,00	Y
jalkihaihdut		S14LIC1		pinnan korkeuden mittaust		2,00	Y
jalkihaihdut		S14P11 (PT)	vertailupainelähetin		cerabar pmc531-d50d2a6a2h	2,00	Y
jalkihaihdut		L5PIC1 (L5)	painelähetin	1-väkev. haihdutuksen tehonsaato	ETP 04-4150	2,00	Y
jalkihaihdut		L7PIC1 (L7)	painelähetin	1-väkev. paineensaato	ETP 04-4850	2,00	Y
jalkihaihdut		S14LS1	pintakytkin, johtokyky	1-väkev. yläraja	cardell-electrod-conductivity, R3/4"	2,00	Y
jalkihaihdut		L5V01	venttiili		SRC-51-20-NC-LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		ei ole	venttiili	virtaussaadin	Bestobell constantflo DN8	3,00	X
jalkihaihdut		L5P1V01	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	3,00	X
jalkihaihdut		L6V01	venttiili		SRC-51-20-NC/LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		ei ole	venttiili	virtaussaadin	Bestobell constantflo DN8	3,00	X
jalkihaihdut		L6P1V01	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	3,00	X
jalkihaihdut		ei ole	venttiili	virtaussaadin	Bestobell constantflo DN8	3,00	X
jalkihaihdut		L6V03	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	3,00	X
jalkihaihdut		R41V05	venttiili		SRC-51-20-NC-LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		ei ole	venttiili	virtaussaadin	Bestobell constantflo DN8	3,00	X
jalkihaihdut		R41P1V1	solenoidiventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	3,00	X
jalkihaihdut		R41V03	venttiili (butterfly valve)		LKB-W-51+LKA-T+LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		R41V04	venttiili (butterfly valve)		Worchester A4466 DN25+LKA-T+LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		L7V02	sulkuventtiili		SRC-51-21-NO-LKT-N	3,00	X
jalkihaihdut		L7V01	venttiili		Honeywell 2000, kw=6.3, DN25 EP	2,00	Y
jalkihaihdut		L7V03	saatöventtiili		Bürkert 280-A-8B-R3/8"	3,00	X
jalkihaihdut		L5V05	solenoidiventtiili	paineliman venttiili	hyödytön, jos kasviena	3,00	X
jalkihaihdut		S14V01	ivot olla kasviventtiili	paineliman venttiili	LKB+LKT	3,00	X
jalkihaihdut		S14V02			LKB-38+LKT	3,00	X
jalkihaihdut		S14V11		lauhduttimen pesukieron tulo	LKB-51+LKT	3,00	X